Der heutige Stand der pneumatischen Aufbereitung der Kohle

Von der
Technischen Hochschule zu Breslau
zur
Erlangung der Würde eines Doktor-Ingenieurs
genehmigte

DISSERTATION

Vorgelegt von

Alfred P. Mößner

aus Stuttgart.

Referent:
Prof. Dr. ing. W. Groß.

Korreferent:
Prof. Dr. ing. G. Spackeler.

Tag der mündlichen Prüfung: 24. März 1930.

Waldenburg i. Schles.
Druck der Tageblatt-Druckerei.
1930

*20355

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Inhaltsübersicht.

Seite

Einleitung 5

I. Zur Theorie.
Die Bewegungsgesetze von Körpern in einer Flüssigkeit 6

II. Anwendung auf die Separation. 12
Vergleich von v.d-Kurven, welche auf Grund der R Ψ-Kurve theoretisch ermittelt wurden, mit Ergebnissen von Fallversuchen 14
Verhalten unregelmäßig geformter Körper . . . 16
Gleichfälligkeit und Klassierung 17

III. Die wichtigsten Systeme pneumatischer Setzmaschinen.
A) Geschichtliche Entwicklung 25
B) Einteilung und Beschreibung 25
1. Pneumatische Herde mit Rüttelbewegung und kontinuierlich arbeitendem Luftstrom
a) Peale-Davis, U.S.A. 25
b) Bauarten der Birtley Iron Co., England und deren Abarten 29
2. Pneumatische Setzmaschine mit Rüttelbewegung und pulsierendem Luftstrom, System Raw 39
3. Pneumatische Setzmaschine ohne Rüttelbewegung und mit pulsierendem Luftstrom, System Carlshütte-Kirkup 44

IV. Kritische Bemerkungen zu den verschiedenen Aufbereitungssystemen 53

Seite

V. Vergleichende Gegenüberstellung der Hauptdaten der pneumatischen Setzmaschinen 58

VI. Die pneumatische Aufbereitung feinen Kohlenstaubes 60

VII. Der Einfluß der Vorentstaubung der Rohkohle . 62

VIII. Der Einfluß der Feuchtigkeit der Rohkohle . . 63

IX. Beschreibung der Versuchsanlage „System Carlshütte-Kirkup" der Carlshütte, A.-G., Waldenburg-Altwasser 64

X. Auf dem Versuchsstand der Carlshütte durchgeführte Versuche

A) Messungen von Luftmengen und Luftdrücken bei verschiedenen Korngrößen 67

B) Aufbereitungsversuch mit einer westfälischen Kokskohle 70

1. Versuch mit entstaubter Kohle 0,5—3 mm 70

2. „ „ nicht- „ „ 0—3 mm 73

C) Aufbereitungsversuche mit einer Braunkohle aus dem Falkenauer Kohlenrevier 75

D) Aufbereitungsversuche mit einer oberschlesischen Flammkohle 81

E) Aufbereitungsversuche mit einer westoberschlesischen Fettkohle 83

F) Aufbereitungsversuche mit einer westoberschlesischen Kokskohle 85

G) Aufbereitungsversuche mit einer Ruhrkohle . . 87

Bemerkungen zu den Aufbereitungsversuchen B—G 89

XI. Anwendungsgebiete der pneumatischen Aufbereitung 91

XII. Zusammenfassung 92

XIII. Literaturnachweis 93

Einleitung.

Neben den bekannten Verfahren der Naßaufbereitung der Kohle ist in den letzten Jahren eine Reihe von Verfahren bekanntgeworden, nach welchen die Kohle trocken aufbereitet wird.

Der Leitgedanke hierfür war, die Nachteile der nassen Aufbereitung, also hauptsächlich die lästige Schlammwirtschaft und die Schwierigkeiten, welche mit der Entwässerung der Staubkohle verknüpft sind, zu vermeiden.

Verfahren, welche z. T. die verschiedenen Reibungskoeffizienten von Kohle und Bergen und die Centrifugalkraft benützen, sind die Spiralseparatoren der Spiral-Separator Co.

Bei dem Verfahren von Lockwood werden die Unterschiede in den Reibungskoeffizienten und der Elastizität benützt, um Berge und Kohlen zu trennen, ebenso bei dem System Berrisford.

Der Luft-Sand-Prozeß von Fraser & Yancey arbeitet mit einem Luft-Sand-Gemisch, das ein durchschnittliches spezifisches Gewicht von 1,45 aufweist; Teile mit einem spezifischen Gewicht $\gamma < 1{,}45$ schwimmen ab, werden ausgetragen und von dem teilweise mit ausgetragenen Sand auf Sieben befreit. Teile mit einem spezifischen Gewicht $\gamma > 1{,}45$ sinken unter und werden hinter dem Austrag für gesunkenes Gut über Sieben wieder vom Sand befreit.

Die zur Zeit wichtigste Gruppe bilden diejenigen Verfahren, bei denen ein durch das Bett aufsteigender Luftstrom zur Aufbereitung des Rohgutes benützt wird. Mit dieser Gruppe befaßt sich die nachstehende Arbeit, wobei die Verfahren, die mit pulsierendem Luftstrom arbeiten, eingehender betrachtet werden sollen.

I. Zur Theorie.

Die Bewegungsgesetze von Körpern in einer Flüssigkeit.

Strömt eine Flüssigkeit oder ein Gas sehr langsam entlang einer Kugel oder bewegt sich eine Kugel sehr langsam in einer Flüssigkeit, so haben die Stromlinien einen sanften Verlauf und der Widerstand der Kugel läßt sich sehr genau durch Rechnung ermitteln. (Stokes 1850.)

Bei Steigerung der Strömungsgeschwindigkeit füllt sich der Raum hinter der Kugel mit einem Wirbel bestimmter Form, der mit zunehmender Strömungsgeschwindigkeit an Umfang immer mehr zunimmt, bis sich schließlich von diesem Wirbel eine Reihe von Wirbelringen ablöst. Bei weiter gesteigerter Geschwindigkeit kommt immer mehr Unordnung in diese Wirbelringe und es entsteht schließlich ein „Kielwasser" von unregelmäßiger, turbulenter Strömung. Die auf die Kugel dabei wirkende Kraft hängt u. a. ab von der Breite und Länge des „Kielwassers". Es tritt schließlich eine kritische Geschwindigkeit ein, bei der das „Kielwasser" plötzlich schmäler wird. Ist die Bewegung an diesem Punkt angelangt, so tritt eine Störung der Kontinuität der Durchmesser-Geschwindigkeitskurve auf. Da dieses kritische Gebiet außerhalb des Rahmens unserer Betrachtung bleiben soll, sei nur erwähnt, (wie aus der Fig. 1 hervorgeht), daß im Fall einer in einem aufwärts gerichteten Luftstrom schwimmenden Kugel dieser Punkt erreicht ist, wenn z. B. eine Quarzkugel vom spezifischen Gewicht $\gamma = 2{,}4$ und ca. 15 mm Durchmesser schwimmt, was einer Geschwindigkeit der Luft von ca. 5 m/sek. entspricht. Bei Zinkblende, spezifisches Gewicht $\gamma = 4{,}05$, im aufstei-

genden Wasser ist der kritische Punkt bei ca. 8 mm Durchmesser und 0,25 m/sek. Geschwindigkeit erreicht.

Aus dem eben Gesagten geht hervor, daß so komplizierte Vorgänge zwischen Stromgeschwindigkeit und auf die Kugel wirkender Kraft sich nicht ohne weiteres in einem einfachen mathematischen Ausdruck unterbringen lassen werden. Es ist aber zu erwarten, daß Formeln aufgestellt werden können, mit denen Bruchstücke dieser Erscheinungsreihe erfaßt sind, und daß bei Eintragung in ein Koordinatensystem, u. U. mit Hilfe von Interpolation, Kurven gefunden werden, die den Verlauf der Beziehungen der einzelnen Größen klar erkennen lassen. Hierzu kann auf theoretische und praktische Untersuchungen über Bewegung von Kugeln in einer Flüssigkeit oder von Flüssigkeiten entlang einer Kugel zurückgegriffen werden.[1])

Um eine einzige Kurve für alle vorkommenden Fälle der Bewegung von Kugeln in Flüssigkeiten beliebiger Art benützen zu können, hat Lord Rayleigh 2 Koeffizienten benützt:

Die Reynolds'sche Zahl R und den Widerstandskoeffizienten Ψ.

Die Reynolds'sche Zahl wird erhalten durch Multiplikation der Geschwindigkeit v mit dem Durchmesser d der Kugel und der Flüssigkeitsdichte ς, dividiert durch die Viskosität η der Flüssigkeit:

$$R = \frac{v \cdot d \cdot \varsigma}{\eta} \qquad (1)$$

Der Widerstandskoeffizient Ψ ist gleich der Kraft P (auf die Kugelfläche) dividiert durch das Produkt aus Flüssigkeitsdichte, Quadrat der Geschwindigkeit und Quadrat des Durchmessers:

$$\Psi = \frac{P}{\varsigma \cdot v^2 \cdot d^2} \qquad (2)$$

ist abhängig von der Temperatur, hat die Dimension $\frac{g}{cm\ sek.}$ und ist z. B. für Wasser bei 10° C = 0,013, bei 20° C = 0,0101. Bei Vorgängen, bei denen die innere Reibung eine Rolle spielt und wobei eine freie Oberfläche nicht auftritt, sind die Konstanten der Druckhöhen und Kräfte Funktionen von R. Ähn-

lichkeit bei derartigen Vorgängen herrscht nur dann, wenn bei den verglichenen Vorgängen die Reynolds'sche Zahl R, welche auch „reduzierte Geschwindigkeit" genannt wird, denselben Wert hat. Vorgänge, bei denen diese Koeffizienten in Kraft treten, sind z. B. der Druckverlust in Röhren, die Oberflächenreibung an Platten, sowie die Drücke und Kräfte, die eingetauchte Körper ohne freie Oberfläche in tiefem Wasser erfahren. Bei allen diesen Vorgängen sind die Beiwerte der hydraulischen Formeln Funktionen von R und Ψ. Der Beiwert im Nenner der Zahl R ist auch dann wesentlich, wenn Versuche statt mit Wasser mit anderen Flüssigkeiten angestellt werden. Da von der Zusammendrückbarkeit der Luft in den meisten Fällen abgesehen werden kann, weil sie erst bei hohen Geschwindigkeiten in Frage kommt, (bei $v = 50$ mtr./Sek. ändert sich das rechnerische Ergebnis nur um etwa 1%) kann R also auch für Bewegungsvorgänge von Körpern in Luft benützt werden, da sich dann in R nur spezifisches Gewicht und Zähigkeit ändern. Während also R die inneren Strömungsvorgänge erfaßt, ist Ψ eine Funktion der Körperform. Eingehende Erläuterungen hierzu geben unter anderem Rayleigh, Reynolds, Prandtl, Föppl, Blasius. Eine kurze Übersicht gibt Blasius in seiner Arbeit: „Das Ähnlichkeitsgesetz bei Reibungsvorgängen", Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure, 1912, Nr. 16, S. 639, wo sich auch eine Reihe von Quellenangaben befindet.

Beide Größen sind von nullter Dimension, d. h. die mit den Formeln erhaltenen Werte stimmen überein ohne Rücksicht auf das Maßsystem, mit dem gerechnet wird, nur muß in jeder Formel dasselbe Maßsystem angewandt werden.

In Fig. 1 ist die Widerstandskurve mit R als Abszisse und Ψ als Ordinate, in logarithmischem Maßstab, aufgetragen (Kurve a). Eine Auswahl numerischer Werte, aus denen die Kurve erhalten wurde, ist in Tabelle 1 enthalten.

Geschwindigkeit v in cm/sec
ψ
Reynolds Zahl R
Kugeldurchmesser d in cm
Stokes
Allen
Newton
a
b
c
d
e
Durchmesser-Geschwindigkeitskurve für Quarz in Luft (γ=2,6)
" Zinkblende in Wasser (γ=4,05)
" Hartgummi " (γ=1,234)
Versuchswerte nach Krey für Hartgummi in Wasser in einer Röhre von 106 mm ϕ

Fig. 1

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41549812_0002

Tabelle 1

Werte des Widerstandskoeffizienten Ψ von Kugeln für verschiedene Werte der Reynolds'schen Zahl R.
(auf Grund von Versuchen von Rayleigh, Proc. Roy. Soc., London, 1900).

R	Ψ	R	Ψ
0,001	9330	1 000	0,182
0,01	955	2 500	0,158
0,10	98	6 300	0,151
0,32	31,6	15 900	0,170
1,0	11,2	40 000	0,186
3,2	3,9	100 000	0,200
10,0	1,58	159 000	0,178
32	0,76	250 000	0,08
100	0,39	630 000	0,10
316	0,245	—	—

Ist die Dichte und Viskosität einer Flüssigkeit bekannt, die mit einer bestimmten Geschwindigkeit nach oben strömt, so läßt sich für einen kugelförmigen Körper mit dem Durchmesser d die Zahl R ermitteln; an Hand der Kurve a der Fig. 1 wird das zugehörige Ψ gefunden. Dann wird die auf die Kugel wirkende Kraft erhalten mit

$$P = \varsigma v^2 d^2 \Psi \qquad (3)$$

Soll der Körper vom Durchmesser d gerade schwimmen, so ist diese Kraft P = dem Gewicht des Körpers in der Flüssigkeit, d. h.

$$P = \frac{1}{6} \pi g d^3 (\gamma - \varsigma) \qquad (4)$$

wo γ das spezifische Gewicht des Körpers ist.

Damit wird gefunden:

$$(\gamma - \varsigma) = \frac{6\,P}{\pi\, g\, d^3} \qquad (5)$$

woraus sich der numerische Wert von γ ermitteln läßt. Analog wird verfahren, wenn von den Größen $\gamma, \varsigma, v, d, \eta$ 4 Größen bekannt sind und die 5. gesucht wird.

Zahlenbeispiel:

Gesucht ist das spezifische Gewicht γ einer Kugel, die in einer senkrecht nach oben strömenden Flüssigkeit vom spezifischen Gewicht $\varsigma = 1{,}0$ und der Viskosität $\eta = 0{,}0132$ (entsprechend Wasser von 10° C) schwimmt. Die Geschwindigkeit des Flüssigkeitsstroms sei 30 cm/sek., der Durchmesser der Kugel $d = 1$ mm.

Mit diesen Größen wird

$$R = \frac{v \cdot d \cdot \varsigma}{\eta} = \frac{30 \cdot 0{,}1 \cdot 1{,}0}{0.0132} = 227{,}3$$

gefunden.

Aus Fig. 1 wird das diesem Wert entsprechende Ψ mit 0,275 entnommen und nach (3) $P = 1{,}0 \cdot 30^2 \cdot 0{,}1^2\ 0{,}275 = 2{,}475$ ermittelt. Da die Kugel gerade schwimmt, ist $P =$ dem Gewicht der Kugel in der Flüssigkeit (4), d. h. $= \frac{1}{6}\,\pi\, g\, d^3 (\gamma - \varsigma)$, also

$$2{,}475 = \frac{1}{6}\,\pi \cdot 981 \cdot 0{,}1^3 (\gamma - 1{,}0)$$

$$\gamma - 1{,}0 = \frac{6 \cdot 2{,}475}{\pi \cdot 981 \cdot 0{,}001}$$

$$\underline{\underline{\gamma = 5{,}82}}$$

In die Fig. 1 sind im Verlauf der Kurve a 3 Gerade eingezeichnet worden (von links oben nach rechts unten in der Reihenfolge Stokes, Allen, Newton), die sich verschiedenen Kurventeilen nähern.

Die mit „Stokes" bezeichnete Gerade entspricht der Gleichung (Widerstand proportional der Geschwindigkeit)

$$\Psi R = 3\,\pi \qquad (6)$$

Die mit „Allen“[2]) bezeichnete Gerade berührt die Kurve a mit

$$\Psi\sqrt{R} = \frac{5}{4}\pi \qquad (7)$$

(Widerstand proportional $v^{2/3}$).

Die „Newton“-Linie endlich (Widerstand proportional v^2) ist durch

$$\Psi = 0{,}196 = \frac{\pi}{16} \qquad (8)$$

festgelegt.

Da die Kurve a durch zahlreiche Untersuchungen für eine Reihe von Flüssigkeiten einschließlich der Gase und für Kugeln aller Durchmesser als zutreffend bestätigt worden ist, zeigt also Fig. 1, daß die Gleichung von Stokes nur für Kugeln < 1 mm Durchmesser und geringe Geschwindigkeiten mit großer Genauigkeit zutrifft. Die anderen beiden Geraden liegen nur mit Teilen nahe der wirklichen Kurve. Benützt man die Gleichung von Allen, so muß ihr Gültigkeitsbereich je nach den zulässigen Fehlergrenzen festgelegt werden. Die Gleichung von Newton würde mit der Kurve a besser in Uebereinstimmung zu bringen sein, wenn der Wert $\Psi = 0{,}17$ gewählt würde.

Da bekanntlich Rittinger auf der Gleichung von Newton fußte, ist diese Korrektur besonders zu beachten. Untersucht man z. B. den Fall von Kugeln vom spezifischen Gewicht $\gamma = 1.4$ (Kohle) in Wasser, so wird nach Rittinger die Durchmesser-Geschwindigkeitskurve für eine Kugel von 20 mm Durchmesser um ca. 10% zu geringe, für 3 mm Durchmesser die richtigen, und für eine Kugel von 2 mm Durchmesser um beinahe 20% zu hohe Werte ergeben.

II. Anwendung auf die Separation.

Fällt eine Kugel vom spezifischen Gewicht γ in Wasser, so erreicht sie eine konstante Endgeschwindigkeit, wenn

$$\frac{\pi g d^3 (\gamma - \varsigma)}{6} = P = \Psi \varsigma d^2 v^2 \text{ ist.} \qquad (9)$$

Da alle Widerstandsgesetze durch Aenderung von Ψ erhalten werden können, wie oben gezeigt, wird mit dem korrigierten Wert $\Psi = 0{,}17$ (Newton) und $\varsigma = 1$, hieraus

$$v = \sqrt{\frac{\pi g d (\gamma - 1)}{6 \cdot 0{,}17}} = 55.0 \sqrt{d (\gamma - 1)} \qquad (10)$$

also die Formel von Rittinger mit einem verbesserten Koeffizienten.

Fällt der Körper in Luft, bis er die Endgeschwindigkeit erreicht hat oder wird er gerade von einem Luftstrom in der Schwebe gehalten, so kann auf demselben Weg abgeleitet werden:

$$v = 1600 \sqrt{d \cdot \gamma} \qquad (11) \quad \text{wenn } \varsigma$$

für Luft mit 0,00123 gr/cm³ eingesetzt wird.

Wird die Viskosität in die anderen beiden Gesetze eingeführt, so erhalten sie die Form:

1. Stokes:

$$\Psi R = 3 \pi$$

$$\frac{v d \varsigma}{\eta} \cdot \frac{P}{\varsigma v^2 d^2} = 3 \pi$$

$$P = 3 \pi \eta v d$$

$$(\gamma - \varsigma) = \frac{18 \eta v}{g d^2}$$

$$(\gamma - \varsigma) g d^2 = 18 \eta v$$

$$v = \frac{g d^2 (\gamma - \varsigma)}{18 \eta}$$

$$v = 54{,}5 \frac{d^2 (\gamma - \varsigma)}{\eta} \qquad (12)$$

und analog

2. Allen mit $\Psi\sqrt{R}=\frac{5}{4}\pi$

$$\frac{p}{\varsigma v^2 d^2}\sqrt{\frac{v d \varsigma}{\eta}}=\frac{5}{4}\pi$$

$$p=\frac{5\pi\varsigma v^2 d^2}{4\sqrt{\frac{v d \varsigma}{\eta}}}$$

$$(\gamma-\varsigma)=\frac{30\varsigma v^2}{4 g d\sqrt{\frac{v d \varsigma}{\eta}}}$$

$$v=25{,}8\frac{d(\gamma-\varsigma)^{2/3}}{(\varsigma\eta)^{2/3}} \qquad (13)$$

Für Wasser von 10° C mit $\varsigma = 1$ und $\eta = 0{,}0132$ wird

mit Stokes $v=4{,}130\, d^2(\gamma-1)$ (14)

mit Allen $v=109\, d(\gamma-1)^{2/3}$ (15)

Für Luft

von 15° C mit $\varsigma=0{,}00123$ und $\eta=0{,}000180$

wird

mit Stokes $v=303000\, d^2\gamma$ (16)

mit Allen $v=4260\, d\gamma^{2/3}$ (17)

Sollen die zahlreichen Versuche, die mit in Flüssigkeiten und Gasen fallenden Kugeln vorliegen, miteinander verglichen werden, so ist jedesmal zu untersuchen, ob die auf Grund der Versuche etwa extrapolierten Werte nicht in einem Bereich liegen, für den die aufgestellte Gleichung stark von der Wirklichkeit abweichende Werte ergibt.

Die Einzelbereiche, in denen diese 3 Gleichungen mit einer Genauigkeit von bis zu 5% benutzt werden können, sind kurz die folgenden:

Tabelle 2

	v · d für Wasser min — max	v · d für Luft min — max
Stokes	0 — 0,002	0 — 0,03
Allen	0,3 — 3	5 — 50
Newton	10 — 1 000	150 — 15 000

Aus Fig. 1 geht hervor, daß bei $R = 8$ und $R = 450$ die äußersten Grenzen für die Anwendung der Gleichung von Allens liegen, dabei werden für v Werte gefunden, die Fehler bis zu 15% aufweisen. Bei $R < 8$ sollte stets Stokes' Gleichung, bei $R > 450$ stets die korrigierte Gleichung von Newton in Anwendung kommen.

Jeder Punkt der Kurve a Fig. 1 gibt ein Wertepaar, hieraus werden v und d erhalten, indem man setzt:

$$v^3 = \frac{\pi g \eta (\gamma - \varsigma)}{6 \varsigma^2} \frac{R}{\Psi} \qquad (18)$$

und

$$d^3 = \frac{6 \eta^2}{\pi \varsigma g (\gamma - \varsigma)} \Psi R^2 \qquad (19)$$

Die Gleichungen (18) und (19) sind durch einfache Umformung der ursprünglichen Definitionsgleichungen entstanden.

Vergleich von v . d-Kurven, welche auf Grund der R Ψ-Kurve theorethisch ermittelt wurden, mit Ergebnissen von Fallversuchen (mit Kugeln).

Zum Vergleich werden die von H. Krey[3]) im Heft 1 der Mitteilungen der Versuchsanstalt für Wasserbau und Schiffbau in Berlin veröffentlichten Versuchsergebnisse herangezogen.

Bei der Rechnung mit numerischen Werten wurde ein logarithmischer Rechenschieber von 25 cm Länge benutzt.

Diese sehr sorgfältig vorbereiteten und durchgeführten Versuche wurden mit Kugeln aus Blei, Messing, Stahl, Glas, Aluminium, gebranntem Ton, beschwerter Weißbuche und Hartgummi, in einer Glasröhre von 106 mm l. W. und 3 m Länge vorgenommen. Für jedes Material wurden für die verschiedenen Kugeldurchmesser Versuchsreihen bei verschiedenen Wassertemperaturen erhalten. In der Fig. 1 sind die Ergebnisse der Fallversuche mit Kugeln aus Hartgummi als Kurve b eingetragen. Die theoretische v.d-Kurve wurde gefunden mit

R und Ψ aus Kurve a (Fig. 1)

γ = spez. Gewicht des fallenden Körpers, für Hartgummi

$\gamma = 1{,}234$ gr/cm³

ς = spez. Gewicht des Wassers = 1 gr/cm³

η = Zähigkeit des Wassers bei 15,8° C = 0,0112

(Die Umrechnung auf die verschiedenen Wassertemperaturen der einzelnen Versuchsreihen erfolgte nach der Formel

$$\eta = \frac{0{,}01775}{1 + 0{,}0331\,t + 0{,}000244\,t^2}).$$

t = Temperatur des Wassers

g = Erdbeschleunigung in cm/sec.² = 981 cm/sec.²

$$v^3 = \frac{\pi g \eta (\gamma - \varsigma)}{6 \varsigma^2} \frac{R}{\Psi}$$

$$d^3 = \frac{6 \eta^2}{\pi g (\gamma - \varsigma) \varsigma} \cdot \Psi R^2$$

Die theoretische v.d-Kurve ist als Kurve c ebenfalls in Fig. 1 eingetragen und zeigt gute Uebereinstimmung mit der durch die Versuche gewonnenen Kurve b. Der Knick, welchen die Kurve b bei d = ~1 cm zeigt, ist auf den Einfluß der sich bei dieser Korngröße bereits bemerkbar machenden Nähe der Rohrwand zurückzuführen.

Verhalten unregelmäßig geformter Körper.

In der Praxis unterscheiden sich die Bedingungen, auf welche die Formeln zur Anwendung kommen sollen, in dreierlei Hinsicht:

1. Haben die Teilchen unregelmäßige Form, weichen also mehr oder weniger stark von der Kugelform ab,
2. eine große Zahl von Körpern ist beisammen, so daß die Körper miteinander kollidieren,
3. die Flüssigkeit ist meistens in turbulentem Zustand, so daß die Umkehrung des Vorganges eines in einer ruhenden Flüssigkeit fallenden Körpers nicht ohne weiteres zulässig ist.

Der Fall ganzer Massen unregelmäßig geformter Körper in Flüssigkeiten und Gasen ist von einer Reihe von Forschern untersucht worden. Brauchbare Versuche liegen mit ihren Ergebnissen vor von Krey, Richards[4]), de Caux[5]), Cooper und Wilson[6]), Martin[7]) u. a.

In die Fig. 1 ift als Kurve d die v.d-Kurve für Kugeln aus Zinkblende ($\gamma = 4{,}05$) in Wasser eingetragen. Für die Mineralteilchen von 0,015 bis 0,19 cm Durchmesser, welche durch Absiebung in 6 durchschnittliche Korngrößen klassiert wurden, entspricht das betreffende Gebiet der v.d-Kurve fast vollkommen. Die in den Versuchen gewonnenen v.d-Werte liegen scharf zu beiden Seiten der Kurve d. Die hier benützten Versuchswerte stammen von Richards und werden befriedigt durch die Gleichung $v = 135\ d\ (\gamma - 1)^{2/3}$ (Allen).

Fallversuche in Luft hat Martin mit Quarzteilchen ($\gamma = 2{,}4$) durchgeführt. Der Durchmesserbereich erstreckte sich von $d = 0{,}009$ bis $d = 0{,}08$ cm, $v = 36$ bis 420 cm/sec. Die Kurve e ist wieder als v.d-Kurve für Kugeln von $\gamma = 2{,}4$ mit Hilfe der Kurve a für Luft als Medium ermittelt. Die Versuchswerte zeigen für die entsprechenden Punkte der Kurve e etwas niedrigere Werte für v, was vielleicht darauf zurückzuführen ist,

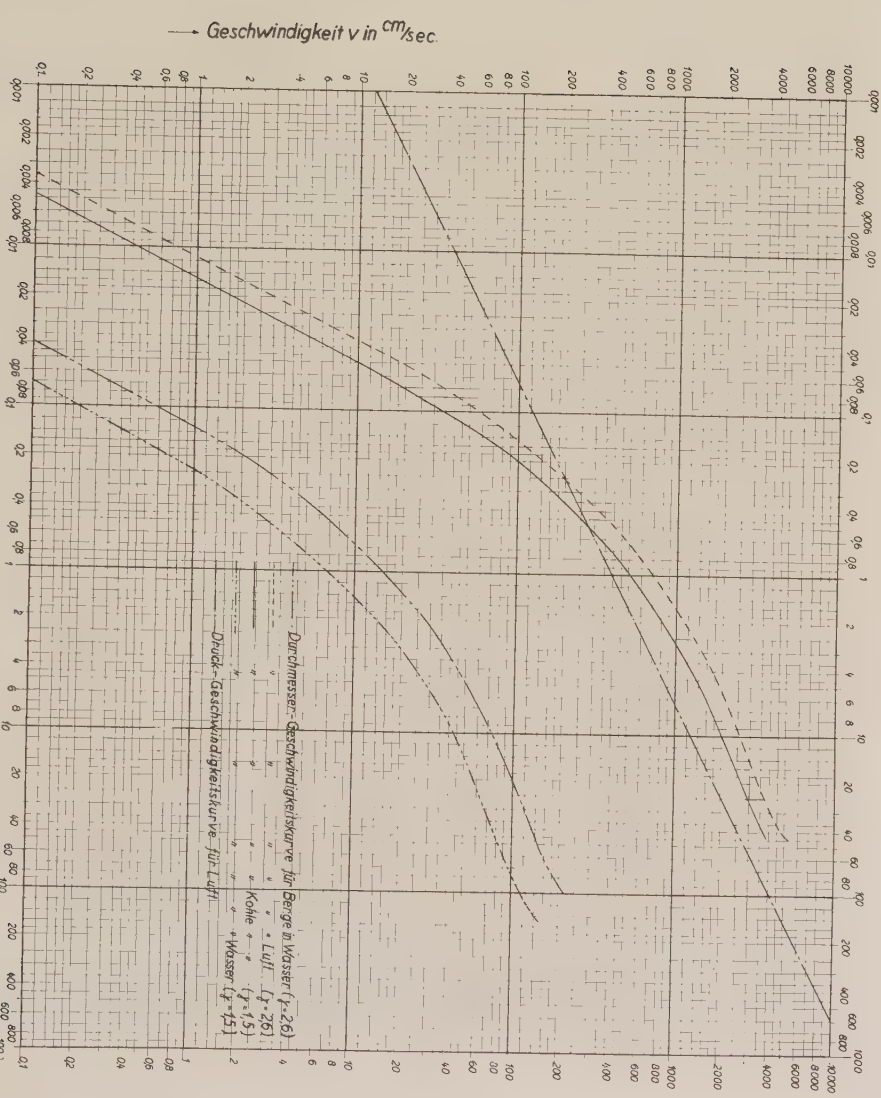

Geschwindigkeit v in cm/sec.
Kugeldurchmesser d in mm
Luftdruck h in mm WS.
Durchmesser-Geschwindigkeitskurve für Berge in Wasser (γ=2,6)
" " " " Luft (γ=2,6)
" " " " Kohle (γ=1,5)
" " " " Wasser (γ=1,5)
Druck-Geschwindigkeitskurve für Luft

Fig. 2

daß die Teilchen bei diesem Versuch von Martin dichter beisammen waren, als bei den oben untersuchten Ergebnissen von Richards. Die von Martin durch Extrapolation gewonnenen Punkte seiner v.d-Kurve (bis 1 cm Korngröße) sind falsch, weil die Gleichung von Allen für diese Durchmessergrößen nicht mehr zutrifft.

An Hand einer Reihe solcher Stichproben zwischen theoretisch ermittelten v.d-Kurven für einzeln fallende Kugeln und den entsprechenden Versuchsreihen von unregelmäßig geformten Körpern, deren Fall in Massen in einer ruhenden Flüssigkeit untersucht war, ergibt sich, daß die für den Fall von Kugeln früher angegebenen Gleichungen auch auf unregelmäßig geformte Körper, welche in Massen fallen, angewandt werden können, nur verringert sich dann die Konstante der Gleichungen um bis zu 20—30%.

Gleichfälligkeit und Klassierung.

Aus der RΨ-Kurve Fig. 1 ist in Fig. 2 je ein v.d-Kurvenpaar für Berge ($\gamma = 2{,}6$) und Kohle ($\gamma = 1{,}5$) für Luft und Wasser als Medium entwickelt worden, und zwar wie in Fig. 1, gültig für den Fall einzelner Kugeln in den betreffenden Medien. Die Temperatur des Wassers ist mit 10° C ($\gamma = 1$, $\eta = 0{,}0132$), diejenige der Luft mit 15° C ($\gamma = 0{,}00123$, $\eta = 0{,}000180$) angenommen. Im Gegensatz zu der Fig. 1 sind in Fig. 2 die Kugeldurchmesser d auf der Abszisse in mm eingetragen, um genaue Ablesung zu ermöglichen. In der Fig. 1 ist zu beachten, daß d in cm als Abszisse gilt.

Aus der Fig. 2 lassen sich nun für jede Ordinate v je 2 Abszissenwerte d für Luft oder Wasser als Medium finden, z. B. wird bei $v_w = 100$ cm/sec. für Berge in Wasser d_{bw} mit 20 mm und d_{kw} für Kohle in Wasser mit 80 mm abgelesen, d. h. $d_{bw} : d_{kw}$ müssen sich in diesem Fall wie 1:4 verhalten, wenn Gleichfälligkeit vorhanden sein soll. Für $v_w = 10$ cm/sec. wird $d_{bw} : d_{kw} = 0{,}65 : 1{,}42 = 1 : 2{,}19$.

Für Luft als Medium wird mit

$v_l = 3000$ cm/sec $d_{kl} : d_{bl} = \sim 14 : 26 = \sim 1 : 1{,}86$,

für $v_l = 700$ cm/sec $d_{kl} : d_{bl} = \sim 1 : 1{,}6$,

„ $v_l = 250$ cm/sec $d_{kl} : d_{bl} = \sim 0{,}3 : 0{,}45 = \sim 1 : 1{,}15$

gefunden.

Der besseren Uebersicht halber wurden nun in Fig. 3 auf der Abszissen-Achse d_k in mm, auf der Ordinatenachse das Verhältnis $K = \frac{d_k}{d_b}$, wie es sich aus der Fig. 2 ergibt, für Gleichfälligkeit von Kugeln in Wasser und in Luft aufgetragen. Die Kd_k-Kurve für Wasser erstreckt sich von $d_{kw} = 0{,}1$ mm bis $d_{kw} = \sim 100$ mm, die Kd_k-Kurve für Luft von $d_{kl} = 0{,}1$ mm bis $d_{kl} = 40$ mm. Beide Kurven haben drei Aeste, und zwar diejenige für Wasser bei etwa $d_{kw} = 3$ mm und $d_{kw} = 60$ mm, diejenige für Luft bei $d_{kl} = 0{,}25$ mm und $d_{kl} = 10$ mm. Bei $d_{kw} > 60$ mm nimmt K langsamer zu als vorher, bei $d_{kl} > 10$ mm nimmt K sogar wieder ab.

Grundsätzlich läßt sich sagen, daß die Siebskala für nasse Aufbereitung größer sein kann, als für trockene, die Siebskalen werden aber eine stärkere Differenzierung für die einzelnen Korngrößen aufweisen, als dies bei der trockenen Aufbereitung der Fall ist. Die Siebskala steigt für nasse Aufbereitung im Kornbereich 1 bis 100 mm um etwa 100%, während sie für Luft im Kornbereich 0,1 bis 40 mm nur um etwa 40% zunimmt. Für den Bereich 1 bis 40 mm beträgt die Aenderung der Siebskala bei Luft nur etwa 23%, bei Wasser 75%.

Für den idealen Fall wird z. B. folgende Klassierung für Kohle erhalten:

Nasse Aufbereitung					**Pneumatische Aufbereitung**				
Korngröße	80	bis	20	mm	Korngröße	40	bis	25	mm
„	20	„	6	„	„	25	„	14	„
„	6	„	2,4	„	„	14	„	8	„
„	2,4	„	1	„	„	8	„	4,4	„
					„	4,4	„	2,6	„
					„	2,6	„	1,6	„
					„	1,6	„	1,0	„

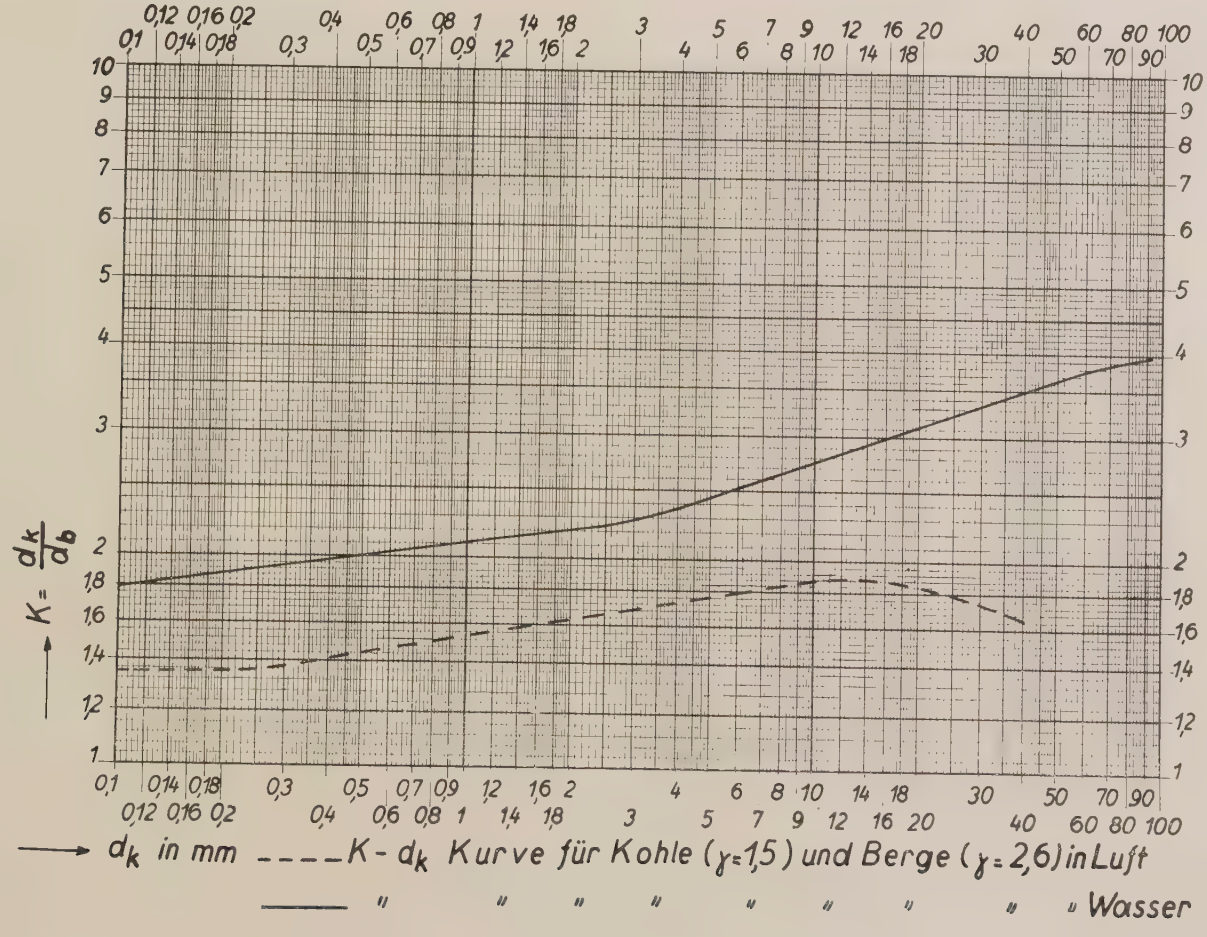

$K = \frac{d_k}{d_b}$
d_k in mm
$K - d_k$ Kurve für Kohle ($\gamma = 1{,}5$) und Berge ($\gamma = 2{,}6$) in Luft
" " " " " " " " " Wasser

Fig. 3

Das Kurvenpaar der Fig. 3 läßt sich leicht zu Kurvenbündeln ausbilden für Reihen von γ_b und γ_k, sowie Wasser, Luft und andere Medien. Ist dann im praktischen Aufbereitungsversuch die wirtschaftliche Siebskala für einen bestimmten Kornbereich ermittelt, so läßt sich an Hand der Kurvenbündel der Fig. 3 ermitteln, wie die Verschiebung in der Siebskala in den übrigen Kornbereichen vorzunehmen ist.

In der Praxis handelt es sich ſtets um das Setzen eines dicht gelagerten Haufwerks von Körnern, und es treten eine Reihe von Vorgängen hinzu, durch welche die Verhältnisse beim Setzen stark beeinflußt werden. So tritt z. B. bei einer Kolbensetzmaschine beim Niedergang des Kolbens eine mehr oder weniger ſtarke Saugwirkung im Setzbett auf, während bei den pneumatischen Setzmaschinen mit pulsierendem Luftstrom das angehobene Haufwerk zurückfällt, wobei der abebbende Luftstrom der Beschleunigung des Falles entgegenwirkt. Bei den pneumatischen Herden mit kontinuierlichem Luftstrom wird das Setzbett dauernd in Schwebe gehalten. So kommt es, daß bei den Kolbensetzmaschinen der Naßwäsche unter normalen Umständen bei einer bestimmten Korngröße, z. B. mit einer Siebskala bis zu 1:8 und mehr, brauchbare Ergebnisse erzielt werden. Bei den pneumatischen Setzmaschinen sollte in der Regel die Siebskala 1:3 angenähert eingehalten werden, wobei für die größeren Körnungen (über ca. 10 mm) bis zur Skala 1:4 gegangen werden kann. Unter ca. 100 mm Korngröße ist die Siebskala 1:3 im allgemeinen richtig, jedenfalls sollte sie nur in Ausnahmefällen vergrößert werden.

Unter normalen Verhältnissen wird folgende Klassierung den Anforderungen einer pneumatischen Kohlenaufbereitung entsprechen:

Korngröße 1— 3 mm,
„ 3—10 mm,
„ 10—40 mm.

Statt der Korngröße 1—3 mm findet man häufig in pneumatischen Kohlenaufbereitungsanlagen als kleinste Klassierung

0,5 bis 3 mm, also die Siebskala 1:6. Hauptsächlich hierauf dürfte es zurückzuführen sein, daß die Aschengehalte luftgesetzter Kohlen dieser Korngröße, gegenüber den mit nasser Aufbereitung erzielten, häufig auffallend hoch sind. In England trifft man Luftherde für diese Korngröße fast in jeder Anlage. Der Grund hierfür dürfte sein, daß die dort angewandten Zittersiebe bei Körnungen unter 3 mm nur geringe Leistungen aufweisen, wenn saubere Absiebung verlangt wird. Ein weiterer Grund ist aber auch der, daß die pneumatischen Kohlenaufbereitungen dort durchwegs von Firmen gebaut werden, die keine oder nur geringe Erfahrung auf den übrigen Gebieten der Kohlenaufbereitung haben. Keine dieser Firmen baut z. B. Naßwäschen. So kommt es, daß sich dort ein gewisser Schematismus herausgebildet hat. Maßgebend können natürlich nur eine sorgfältige Siebanalyse und Veraschung der Siebproben sowie anschließende Großversuche auf einer Versuchsanlage sein; auf Grund dieser Untersuchungen, bei denen die Feinkornanalysen meistens die ausschlaggebende Rolle spielen, kann dann erst die am besten entsprechende Klassierung gefunden werden.

Für die Körnung unter 0,5 mm ist die Windsichtertechnik von besonderer Bedeutung. Der Wirkungsgrad der bekannten Windsichtersysteme sinkt sehr schnell mit zunehmender Korngröße, wie die unten angeführten Versuche, die auf der Versuchsanlage der Carlshütte, A.-G., Waldenburg-Altwasser, mit dem Hochleistungswindsichter, Patent Ortmann, von Danneberg & Quandt, Berlin, durchgeführt wurden, zeigen.

Die vorgenommenen Sichtversuche sind in Fig. 4 dargestellt. Die Figur zeigt die prozentualen Zusammensetzungen der Kohle vor und nach dem Sichten und des abgesichteten Staubes. Die prozentualen Abscheidungsergebnisse sind aus der Tabelle zu entnehmen.

Der Versuch I wurde durchgeführt bei etwas gesteigerter Luftleistung, der Versuch II bei um ca. 25% verringerter Luftleistung des Exhaustors; die damit verknüpfte Aenderung des

Sichtergebnisses ist in die Augen fallend. Während im ersten Fall noch ca. 22,1% Ueberkorn mit herausgezogen wurden, verringerte sich der Ueberkorngehalt beim zweiten Versuch auf ca. 10,35%.

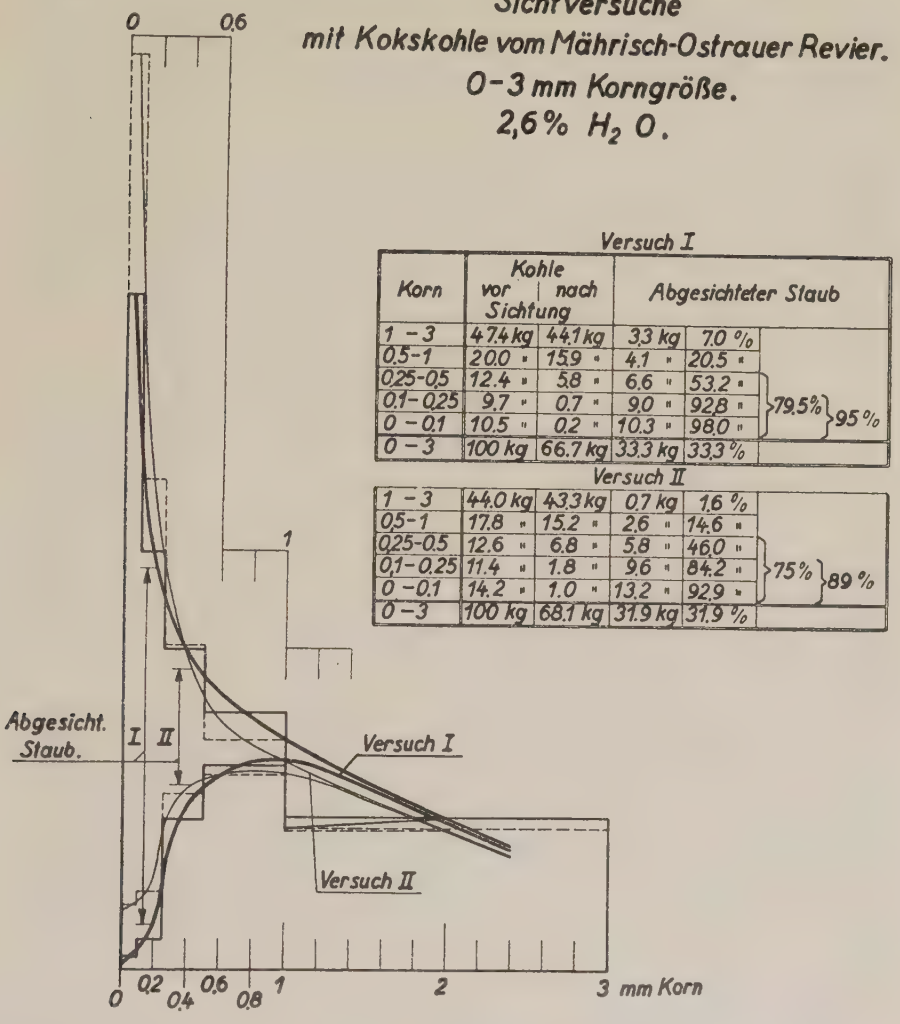


Fig. 4

Die graphische Darstellung in Fig. 4 ist folgermaßen entstanden:

Auf der Abszissenachse sind die Korngrößen in mm aufgetragen. Entsprechend der Kornunterteilung der Tabelle

sind über den Abszissenstrecken 0—0,1, 0,1—0,25, 0,25—0,5, 0,5—1 und 1—3 Rechtecke errichtet, deren jeweiliger Inhalt gleich den entsprechenden Kohlenmengen vor und nach der Sichtung ist. Nach dem bei der Anfertigung von Schwimm- und Sinkkurven üblichen Verfahren sind die von den Rechtecken gebildeten Stufen jeweils durch eine stetige Kurve ausgeglichen. Planimetriert man die von der Ordinatenachse einerseits, den beiden Kurvenpaaren I und II andererseits und z. B. der Abszisse 0,25 begrenzten beiden Flächen, so erhält man unter Berücksichtigung des Maßstabes der Fig. 4, 2 Planimeterablesungen, welche die aus der Korngröße 0—0,25 mm ausgesichteten Staubmengen unmittelbar ergeben. In der Wiedergabe der graphischen Darstellung sind die Strecken im Maßstab 1 zu 2,36 der Originalzeichnungen gehalten.

Die sonst übliche Art der Darstellung, nämlich Auftragen der Korngröße in logarithmischem Maßstab und der Ordinate als Mengenprozente, sowie Eintragen der Kurve als Summenkurve wurde hier nicht benützt, weil die grössere oder geringere Völligkeit der sich an die Ordinate 0,25 mehr oder weniger anschmiegenden Kurven des abgesichteten Staubes einen direkten Schluß auf die Empfindlichkeit zu ziehen gestattet, mit welcher der Windsichter arbeitet.

Die angedeuteten Durchschnittskurven erheben keinen Anspruch auf größere Genauigkeit, weil die Siebversuche, vom wissenschaftlichen Standpunkt aus betrachtet, nur sehr grob durchgeführt wurden. Zur genauen Festlegung der Kurven müßte in engeren Grenzen abgesiebt werden, mit einer Klassierung von etwa 50 μ bei dem feineren und etwa 0,2 bzw. 0,5 mm beim gröberen Gut.

Der Unterschied der angedeuteten Kurven (stark ausgezogen ist Versuch I, schwach Versuch II) zeigt deutlich, daß eine Steigerung der Intensität des Luftstromes mit einer Steigerung der Fehlkornmenge verknüpft ist.

Näher auf die Einzelheiten einzugehen, würde den Rahmen der Arbeit überschreiten, es sei nur auf die Tabelle

der Fig. 4 hingewiesen, aus der hervorgeht, daß bei Versuch I das Korn 0—0,25 mm zu 95%, beim Versuch II zu 89% des möglichen gewonnen wurde. Mit Zunahme der Korngröße sinkt der Prozentsatz schnell.

Daß bei der Kornspanne 0,5—3 mm die kleinsten Berge in die Kohle geblasen werden, weil eben die Siebskala 1:6 in der Regel zu weit gespannt ist, geht aus folgender Untersuchung hervor:

Die mit dem S u. S.-Verfahren aus einer aufbereiteten Steinkohle der Korngröße 0,5—3 mm aus einer Menge von 287,6 Gramm ausgeschiedenen reinen Berge mit einem spezifischen Gewicht über 2,00 waren

von 0 —0,5 mm	mit 4,90 gr	=	36,3%
von 0,5— 1 mm	mit 4,50 gr	=	33,3%
von 1 — 3 mm	mit 4,10 gr	=	30,4%
	13,50 gr	=	100 %

enthalten.

69,6% der in der aufbereiteten Kohle festgestellten reinen Berge waren also unter 1 mm Korngröße. Das Aufbereitungsergebnis wäre wesentlich besser gewesen, wenn von 1 bis 3 mm, statt von 0,5 bis 3 mm klassiert worden wäre. Der Aschengehalt in der Korngröße 1 bis 3 mm wäre auf 1,4% schwerer als 2,00 gesunken, während der Bergegehalt in der Körnung 0,5 bis 3 mm 4,7% war. Leider konnte die Bestätigung dieser Annahme durch den Versuch nicht nachgewiesen werden, weil ein Sieb von 1 mm Maschenweite für den Vibrator auf dem Versuchsstand nicht zur Verfügung stand.

Der Bergegehalt der aufbereiteten Kohle wäre also durch Nachklassierung in Korn von unter 1 mm und 1—3 mm für die letztere Kornspanne wesentlich zu verbessern. Diese Tatsache läßt sich in der Aufbereitung grober Körnungen verwerten. Bei Wahl einer entsprechend großen Kornspanne, z. B. 10—60 mm Korngröße, werden die groben Berge ausgeschieden, nicht aber die feineren. In der Nachklassierung des aufbereiteten Gutes 10—60 mm fällt dann das grobe Korn

in hoher Reinheit an und das Korn beispielsweise 10—40 mm kann erneut pneumatisch aufbereitet werden.

Es ist zu erwarten, daß die Siebereitechnik sich der Absiebung von feinen Körnungen in der nächsten Zukunft in erhöhtem Maße widmen wird. Der Maschinenbauer wird pneumatische Setzmaschinen für ca. 0,3—1 mm Korngröße entwickeln müssen.

Unter Zuhilfenahme der Windsichtertechnik wäre also Kohle unter 40 mm Korngröße für pneumatische Aufbereitung beispielsweise wie folgt zu klassieren:

1. Ausscheiden der Korngröße 0 — 0,3 mm als Vorentstaubung mittels Windsichters
2. Korngröße 0,3— 1 mm
3. Korngröße 1 — 3 mm
4. Korngröße 3 —10 mm
5. Korngröße 10 —40 mm

Die Klassierungen 2 bis 5 sind dann je für sich auf besonderer Setzmaschine aufzubereiten.

III. Die wichtigsten Systeme pneumatischer Setzmaschinen.

A) Geschichtliche Entwicklung.

Wesentliches ist in der Veröffentlichung von Bergassessor Dr. W i n k h a u s[8]) enthalten. Dazu sind noch, als inzwischen entstanden, zu erwähnen: die Systeme Humboldt, Gröppel, Bamag-Meguin[9]), die statische Setzmaschine von Raw[10]) und das Verfahren Carlshütte-Kirkup.

B) Die Systeme, welche bis heute zu praktischer Bedeutung gelangt sind, lassen sich einteilen in

1. **Pneumatische Herde mit Rüttelbewegung und kontinuierlich arbeitendem Luftstrom,**
   davon sind die wichtigsten:
   a) das System Peale-Davis[11]) U. S. A., und
   b) die aus dem S. J.[12]) Herd hervorgegangenen Bauarten der Birtley Iron Co., England[13]), an welche sich die Bauarten von Humboldt, Gröppel und Bamag-Meguin im wesentlichen anlehnen. Alle diese Verfahren sind mehr oder weniger Abarten des Systems der American Dry Cleaning Co.
2. **Pneumatische Setzmaschine mit Rüttelbewegung und pulsierendem Luftstrom.**
   Das System von Raw.
3. **Pneumatische Setzmaschine ohne Rüttelbewegung und pulsierendem Luftstrom.**
   Bauart Carlshütte-Kirkup, der Carlshütte, A.-G., Eisengießerei und Maschinenbau, Waldenburg-Altwasser i. Schles.

Beschreibung der einzelnen Systeme.

B. 1a) Peale-Davis.

Nach diesem System laufen in den Vereinigten Staaten etwa 5 Anlagen. Diese sind von der Lizenzinhaberin, der Pennsylvania Mining Machinery Corporation, St. Benedict,

Pennsylvania, erbaut, und zwar auf Gruben, an denen der Erfinder Peale interessiert ist; die erste Anlage ist 1923 errichtet.

Die Anlagen stehen auf:

Spangler, Pa.	250—300	to	stündl.	Leistung
Winburne, Pa.	200—250	„	„	„
Glen Richey, Pa.	200—250	„	„	„
Emeigh Run, Pa.	200—250	„	„	„
Portage, Pa.	200—250	„	„	„

Da Lieferungen an fremde Gruben erst neuerdings erfolgen sollen (bis 1928 ist dies noch nicht der Fall gewesen), sind die bekanntgewordenen Betriebsergebnisse nur sehr vorsichtig zu beurteilen. Die obigen Anlagen sind eigene des Mr. Peale bzw. solche, an denen Mr. Peale beteiligt ist. In der Versuchswäsche der obigen Gesellschaft, St. Benedict, sind Proben anderer Konzerne zwar gewaschen worden, zu Aufträgen scheint es aber bis jetzt noch nicht gekommen zu sein.

Die britische Lizenznehmerin ist die Woodal-Duckham Company, London. Diese hat Ende September 1928 eine Anlage auf der Nunnery Colliery bei Sheffield in Probebetrieb genommen. Im Bau ist eine Anlage für Korngröße 0 bis 75 mm. Während über die in den Vereinigten Staaten arbeitenden Anlagen einige Zahlen in der Literatur angegeben werden, sind Betriebsergebnisse der in England kürzlich in Betrieb gekommenen Anlage noch nicht bekanntgeworden; es war auch bis vor kurzem nicht möglich, die Erlaubnis zur Besichtigung dieser Anlage zu erhalten, da sie anscheinend noch wesentliche Mängel aufwies. Diese englische Anlage ist die einzige, auf welcher Kokskohle gewaschen wird.

Die Leistung der Peale-Davis-Herde erstreckt sich nach Angabe der Erbauerin der Anlage je nach Konstruktionsgröße auf 25—250 to/h unklassierter Kohle und für Korngrößen von 0—100 mm. Die Nachwaschsetzmaschine wird für 20—50 to/h bemessen.

Beschreibung der Anlage auf Nunnery Colliery.

Diese Anlage verarbeitet auf dem primären pneumatischen Herd stündlich 100 to Kohle mit einer Korngröße von 0—3 mm. Die obere Korngröße ist also gegenüber den U. S. A.-Anlagen stark herabgesetzt. Die Primärmaschine hat eine Breite von ca. 1,8 m und eine Länge von ca. 9 m und führt eine Rüttelbewegung aus. Abbildung der Anlage und des Herdes a. a. O.

Der Siebbelag des Herdes hat Zonen verschiedener Lochung, so daß in jeder Zone eine der Lochung entsprechende Luftzuteilung erfolgt. Der Luftstrom ist kontinuierlich. „V"artig angebrachte Riffeln erstrecken sich von der Mittelachse des Tisches nach Art von Fischgräten nach beiden Seiten bis zum Tischrand. Die Berge werden in den Riffeln nach den beiden Seiten in am Tisch befestigte, der Rüttelbewegung folgende Bergerinnen ausgetragen, welche die Berge auf Bänder abgeben, die über einen Zwischenbunker die Berge dem Nachwaschherd zuführen. Die gewaschene Kohle geht über die ganze Länge der Maschine an das der Aufgabe gegenüberliegende Ende. Die Rüttelbewegung ist kombiniert aus einer hin- und hergehenden und einer auf- und abwärtsgerichteten Bewegung. Am Ende des Tisches sind Druckfedern angebracht, welche dem Antriebs-Exenter entgegenwirken. Je nach der Beschaffenheit der Kohle, welche verarbeitet wird, kann die Siebplatte nach der Aufgabe zu oder von der Aufgabe weg geneigt werden.

Eine besondere Eigenart des Peale-Davis-Verfahrens ist, abgesehen davon, daß es den Anspruch erhebt, nicht vorklassierte Kohle gut zu verarbeiten, die Art und Weise, wie der Staub niedergeschlagen wird. Die die ganze Siebfläche von unten beaufschlagende Luft wird über der Maschine in einen staubdichten, der ganzen Breite und Länge des Tisches folgenden Luftkanal nach einem oberhalb im Gebäude untergebrachten Expansions- oder Staubraum geblasen. Der Staub soll sich, entsprechend der in der Kammer stark verringerten Luftge-

schwindigkeit, in Staubtaschen niederschlagen. Je nach seiner Beschaffenheit wird der Staub der gewaschenen Kohle dem Nachwaschherd oder dem Bergeband zugeführt. Für die Wirksamkeit der Staubkammer wird angegeben, daß die Luft, welche seitlich unter dem Dach der Staubkammer ins Freie tritt, nur Staubteilchen bis 0,025 mm enthält. Es sei hier erwähnt, daß auf der Nunnery Colliery die Entstaubung der Arbeitsluft nicht genügte. Die Staubbelästigung in der Umgebung der Anlage und damit der Staubverlust waren so erheblich, daß nachträglich eine Zusatzentstaubung und geschlossener Luftumlauf eingebaut werden mußten.

Zwischen dem Primär- und dem Nachwasch-Herde wird nach Bedarf ein Brecher eingeschaltet.

Der Nachwasch-Herd ist kürzer als der Primärherd und stellt in seiner Riffelanordnung einen der Länge nach geteilten halben V-Herd dar. Er ist bemessen für eine Leistung von ca. 25 to pro Stunde. Entsprechend der Anordnung der Riffeln ist nur auf einer Seite ein Bergeaustrag und dementsprechend auch nur eine Bergerinne vorgesehen.

Mit einer Pennsylvania-Kohle von 0—75 mm wurden nach Angabe von Peale folgende Ergebnisse erzielt:

Rohkohle	10,5%	Aschengehalt
gewaschene Kohle	7,5%	„
Berge	50,5%	„

Hierzu wird vom Erbauer bemerkt, daß für diese Kohle lediglich ein Aschengehalt von weniger als 8% verlangt worden war.

Diese Pennsylvania-Kohle ist auf Grube „Spangler", Pa., im Dauerbetrieb aufbereitet. Die Anlage verarbeitet, wie eingangs erwähnt, 250—300 to/h. Die Rohkohle enthält 10,50% Asche. Theoretisch kann die Kohle auf 7,00% Asche gewaschen werden; Berge mit 45%; Ausbringen 91,5%. Nach Angaben des Herrn Peale sind 7,5% Asche in der gewaschenen Kohle

und 42,5 % Aschengehalt der Berge im Betrieb erreicht worden, nachdem die Berge auf der Nachwasch-Setzmaschine nachbehandelt worden waren.

Kraftbedarf einer Anlage für 100 to Stundenleistung (0—3 mm Korngröße).

Motor für den Hauptwäscheventilator (2100 m³/Min. 63,5 mm WS)	50 PS
Motor für den Nachwäscheventilator (840 m³/Min. 76 mm WS)	20 PS
Motor für Antrieb des Hauptherdes	25 PS
Motor für Antrieb des Nachwaschherdes	10 PS
Motor für Aufgabewalze des Hauptherdes	3 PS
Motor für Aufgabewalze des Nachwaschherdes	2 PS
Dazu kommt der Kraftbedarf für die notwendige Zusatzentstaubung der Arbeitsluft, welche auf 3300 m³/Min. geschätzt wird, mit	ca. 70 PS
	= 180 PS
	= 133 kW

so daß 1,33 kW je Tonne Rohaufgabe /h. einschließlich Zusatzentstaubung gebraucht werden.

B. 1b.) **SJ-, Y-, V-Herde und deren Abarten.**

Zum Verständnis der heutigen Form des Herdes wird auf die Entwicklung desselben kurz hingewiesen.

Die schlechten Waschergebnisse und die geringe Leistung des SJ-Herdes veranlaßten die Herstellerin, den Y-Herd zu entwickeln, welcher in der Mehrzahl von Birtley gebauter Anlagen in Betrieb ist. Der sehr komplizierte Bewegungsvorgang auf dem Y-Herd, welcher es den Konstrukteuren außerordentlich erschwerte, diesen Herd den verschiedenartigen Kohlen-Eigenschaften mit Treffsicherheit anzupassen, bewog die Herstellerin zu dem einfacheren V-Herd[9]) überzugehen, welcher neuerdings nur noch geliefert wird und zum Teil auch in die zuletzt mit Y-Herden ausgestatteten Anlagen nachträglich eingewechselt wurde.

Beschreibung:

Einstellung des V-Herdes:[11])

Der Birtley-Herd hat folgende Einstellmöglichkeiten[9]):

Veränderliche:	Zweck:
1. Regulierung des Gebläses.	Um „Schwimmen" des auf dem Tisch befindlichen Bettes zu erreichen.
2. Drossel-Lamellen unterhalb der Tischfläche.	Um den Luftdruck zonenmäßig einstellen zu können.
3. Aufgabevorrichtung f. d. Rohkohle.	Zur Einstellung der richtigen Leistung des Tisches.
4. Querneigung.	Zur Regulierung der Geschwindigkeit des Kohlenstromes und des Bergetransportes über den Tisch.
5. Längsneigung.	Zur Regulierung des Bergestaus und des Austrags der Berge.
6. Hubzahl.	Zur Unterstützung des Setzvorganges und zur Regulierung des Material-Transportes über den Tisch.
7. Pendelstütze und Schubstangen.	Zur Unterstützung des Setzvorganges. Die Pendelstützen und Schubstangen können veränderlich eingestellt werden. Dadurch läßt sich die Kombination zwischen vertikalem Hub und hin- und hergehender Bewegung des Tisches ändern. Die Pendelstützen können für sich eingestellt werden.

8. Regulierung der Staubabsaugung.	Zur Regulierung von Menge und Korngröße des Staubes.
9. Stirnband.	Zur Änderung der Bettiefe.
10. Schneiden hinter dem Austrag.	Zur Trennung der verschiedenen vom Tisch ausgetragenen Produkte.
11. Riffeln.	Diese richten sich in ihrer Höhe und ihrem Abstand voneinander nach der zu verarbeitenden Korngröße und werden bei einem einmal eingestellten Tisch nicht mehr geändert.

Zur groben Einstellung eines Herdes genügt die Einstellung von 4 bis 5 Veränderlichen. Die übrigen Veränderlichen dienen zur Feineinstellung.

Unter der Bühne, auf welcher die Herde aufgestellt sind, befindet sich die Ventilatorbühne. Die Ventilatoren blasen ihre Luft senkrecht nach oben unter die mit Gaze bespannte Herdfläche. Unter der Gaze befindet sich bei den neuesten Maschinen ein mit engen Schlitzen versehenes Staublech, wodurch bewirkt werden soll, daß sich die Luft gleichmäßig auf die ganze untere Siebfläche verteilt. Die Maschine arbeitet mit ca. 360 Hüben je Min. von je 10 mm Länge in einem feststehenden Blechgehäuse, welches über der Maschine in einer Haube sich zum Staub-Abzugsrohr vereinigt. Die Austragkante des Tisches hat eine Länge von ca. 2550 mm, die Breite der Siebfläche ist ca. 1900 mm. Je nach der Korngröße hat die Setzfläche niedere oder höhere Blechriffeln unter 15° zur Hubbewegung. Die aufbereitete Kohle wird, von der Setzflächenecke bei der Aufgabe ab, entlang beiden Längskanten auf eine Länge von ca. 1800 mm ausgetragen. Auf den letzten ca. 700 mm werden das Mittelprodukt und die Berge ausgeschieden. Die Berge stauen sich an dem die V-Form bildenden Bordrand. Die Trennung zwischen den 3 Produkten ge-

schieht durch verstellbare Schneiden, zwischen denen die verschiedenen Produkte in entsprechende Bunker abgeführt werden. Bei allen bisher bekannten Ausführungen von Birtley wird das Zwischenprodukt in Zirkulation gehalten und immer wieder nach dem Hauptaufgabebecherwerk zurückgeführt, mit Ausnahme der Anlage Dahlbusch, wo es zur Naßwäsche geht.

Im Gegensatz zum Peale-Davis-System, bei welchem die gewaschene Kohle nachklassiert wird, verlangt der V-Herd sorgfältige Vorklassierung. Ueblich sind z. B. folgende Klas-Korngrößen:

Abzug des Staubes bis etwa 0,4 mm durch Windsichter und Niederschlagen des feinsten Staubes in einer Schlauchfilteranlage. Dann Absiebung auf Zittersieben in etwa folgenden Korngrößen:

0,4— etwa 3 mm
3— 10 mm
10— 32 mm
32— 70 mm

Die Leistung eines normalen V-Herdes beträgt für Korngröße

0,4— 3 mm	ca.	12 to/h
3—10 mm	ca.	20—25 to/h
über 10 mm	bis ca.	35 to/h

Bei Durchsicht der von Winkhaus tabellarisch angegebenen Schwimm- und Sinkproben fällt auf, daß die Ergebnisse mit diesen Setzmaschinen ausgesprochen schlecht werden, wenn Korn unter 3—5 mm gewaschen wird. Das Ausbringen wird bei Korn von 3—12 mm zwar wesentlich besser, erreicht aber in keinem Fall die Werte, die mit Naßkolbensetzmaschinen erreicht werden. Bei Beurteilung dieser Waschergebnisse ist jedoch zu berücksichtigen, daß Mittelprodukt stets repetiert wurde.

Zum Vergleich mit den aus der Literatur stammenden Angaben können folgende Versuche dienen, die mit einem

halben „V"- Herd auf der Versuchsanlage der Birtley-Iron Co. im Beisein des Verfassers durchgeführt wurden.

Die Anlage besteht aus einem Rohkohlensumpf, einem Aufgabebecherwerk, einem Hummersieb, einer Entstaubung und einem halben „V"- Herd. Aufgegeben wurde das Produkt 0—8 mm, darauf wurde das Gut unter 3 mm abgesiebt und getrennt auf dem pneumatischen Herd bearbeitet. Die Proben wurden gleichzeitig über die ganze Länge der Austragkante des Tisches genommen. Der Probenehmer bestand aus 11 nebeneinander liegenden Kästen, von denen 6 Stück je 300 und 5 Stück je 150 mm lang waren.

Die Rohfeinkohle 0,3 bis 8 mm hatte folgende Zusammensetzung nach dem spezifischen Gewicht:

Spezifisches Gewicht	Anteil in %
< 1,3	55,0
1,30—1,35	12,221
1,35—1,40	7,223
1,4 —1,5	5,195
1,5 —1,6	2,597
1,6 —1,8	3,890
1,8 —2,0	2,441
2,0 —2,25	2,225
> 2,25	8,889
Summa	100,000

Diese 11 Proben wurden gewogen, verascht und ergaben folgendes Resultat:

für die Kohle 3—8 mm:

Kasten Nr.	Menge %	Aschengehalt %	Ausbringen %	Mittlerer Aschengehalt der Versuchsreihe %
2	2,5	3,96	—	—
3	6,8	4,00	9,3	3,98
4	8,2	4,17	17,5	4,06
5	11,9	3,87	29,4	3,98
6	16,2	3,90	45,6	3,95
7	9,3	5,17	54,9	4,15
8	14,2	6,76	69,1	4,69
9	16,7	21,36	85,8	7,93
10	12,3	68,2	98,1	15,50
11	1,9	80,3	100,00	16,73

für die Kohle 0,3—3 mm:

Kasten Nr.	Menge %	Aschengehalt %	Ausbringen %	Mittlerer Aschengehalt der Versuchsreihe %
1	6,3	5,17	—	—
2	5,4	5,06	11,7	5,13
3	8,1	6,39	19,8	5,66
4	13,3	8,22	33,1	6,68
5	20,1	6,95	53,2	6,78
6	16,7	6,92	69,9	6,82
7	6,4	11,84	76,3	7,25
8	6,8	12,08	83,1	7,65
9	7,2	31,34	90,3	9,52
10	7,9	70,80	98,2	14,45
11	1,8	74,80	100,00	15,54

Ueber den Waschprozeß ist zu sagen, daß das Mittelgut (durchwachsene Kohle) mit der Reinkohle ausgetragen wird. Das nach obigen Tabellen mit 21,36 bzw. 31,34% Asche ausgetragene Produkt müßte eigentlich ein Mittelprodukt sein. In Wirklichkeit besteht es jedoch aus Kohle und Bergen und wird stets zum Hauptaufgabebecherwerk zurückgeführt.

Wenn wir nun annehmen, daß 50% Kohle aus dem Korn 0,3--3 und 50% aus dem Korn 3—8 mm bestehen, so sehen wir, daß bei 85% Ausbringen von der Kohle 3—8 der Aschengehalt 7,93% und bei 83,1% Ausbringen bei der Kohle 0,3—3 der Aschengehalt 7,65% beträgt. Nach der Waschkurve erhält man bei einem Ausbringen von 84% einen Aschengehalt von 5%.

Kraftbedarf
einer Birtley-Aufbereitung mit „V"- Herden.

Der Kraftbedarf ist ermittelt für folgende Verhältnisse:

Der Sortenfall ist:

0—10 mm	Staub	63,5%
10—22 mm	Erbs	15,4%
22—35 mm	Nuß II	5,2%
35—60 mm	Nuß I	6,9%
> 60 mm	Würfel etc.	9,0%
	zusammen	100,0%

Die ersten 3 Sorten werden pneumatisch aufbereitet. Dazu muß der Staub unter 0,5 mm mit Windsichter entfernt werden, da das Vorhandensein dieses feinsten Staubes ein Versagen der Tischarbeit hervorrufen würde.

Die pneumatische Aufbereitung erstreckt sich also auf Korngröße

0— 0,5	mm	Staub	mit	6,3 %	der Rohaufgabe
0,5—10	mm	Staub	mit	57,2 %	„ „
10—22	mm	Erbs	mit	15,4 %	„ „
22—35	mm	Nuß II	mit	5,2 %	„ „
			zusammen	84,1 %	= 104 to Aufgabe/h.

An Apparaten werden benötigt:

für Korngröße	0— 0,5	mm	Staub	6,3 $\times \frac{104}{84,1}$	= 7,9 to/h	1 Windsichter	
„ „	0,5—10	mm	Staub	57,2 $\times \frac{104}{84,1}$	= 70,5 to/h	5 Herde	
„ „	10—22	mm	Erbs	15,4 $\times \frac{104}{84,1}$	= 19 to/h	1 Herd	
„ „	22—35	mm	Nuß II	5,2 $\times \frac{104}{84,1}$	= 6,6 to/h		
				zusammen	104,0 to		

Hierzu ist zu bemerken, daß die Korngröße 0,5—10 mm gespalten werden muß in die Sorten 0,5—2,5 und 2,5—10 mm. Beide sollen je 50% von 70,5 to = 35,25 to stdl. betragen. Dann werden 3 Herde für 0,5 bis 2,5 mm und 2 weitere für 2,5 bis 10 mm aufzustellen sein. Die 6 oben angegebenen Maschinen bilden also 3 Gruppen zu je einer, zwei und drei Einheiten.

Bei dieser Anordnung der pneumatischen Aufbereitung ist die Kraftwirtschaft wie folgt (γ für Luft von 15° C = 1,22)

a) **Ohne Entstaubung der Arbeitsluft:**

für Korngröße 0,5—2,5 mm

3 Ventilatoren je 210 m³/Min. $\frac{75 \text{ mm Wassersäule}}{\text{je 6 PS}}$ = 18 PS

für Korngröße 2,5—10 mm

2 Ventilatoren je 372 m³/Min. 100 mm Wassersäule je 14 PS = 28 PS

für Korngröße 10—35 mm

1 Ventilator 672 m³/Min. 170 mm Wassersäule 43 PS = 43 PS

Für den Windsichter zum Abziehen des Staubes von 0 bis 0,5 mm aus dem Korn bis 2,5 mm wird gebraucht

1 Ventilator, 280 m³/Min. 37 mm Wassersäule 5 PS = 5 PS

94 PS

Für das Aufbereiten von 104 to stündlich werden also **ohne** Entstaubung der Arbeitsluft gebraucht = 0,9 PS je to

Dabei ist der Kraftbedarf für die einzelnen Korngrößen:

$$0{,}5-2{,}5\ \text{mm}\quad 35{,}25\ \text{to} = \frac{18}{35{,}25} = 0{,}51\ \text{PS/to}$$

$$2{,}5-10\ \text{mm}\quad 35{,}25\ \text{to} = \frac{28}{35{,}25} = 0{,}8\ \text{PS/to}$$

$$10-35\ \text{mm}\quad 25{,}6\ \text{to} = \frac{43}{25{,}6} = 1{,}7\ \text{PS/to}$$

$$0-0{,}5\ \text{mm}\quad 7{,}9\ \text{to} = \frac{5}{7{,}9} = 0{,}63\ \text{PS/to}$$

b) **mit Entstaubung der Arbeitsluft:**

Für die erste Entstaubung der Arbeitsluft mit Cyklonen treten hinzu:

für 3 Setzmaschinen 0,5—2,5 mm: 1 Ventilator 690 m³/Min. 100 mm W.S. 26 PS

für 2 Setzmaschinen 2,5—10 mm: 1 Ventilator 820 „ „ 100 mm „ 31 PS

für 1 Setzmaschine 10—32 mm: 1 Ventilator 740 „ „ 127 mm „ 35 PS

Das Schlauchfilter als 2. Apparat der Entstaubung der Arbeitsluft hat die gesamte aus den Cyklonen strömende Luft mit 690 + 740 + 820 = 2250 m/³Min. aufzunehmen. Der Pressungsverlust im Schlauchfilter ist ca. 10 mm, so daß einschließlich Druckverlust in der Rohrleitung der Kraftbedarf hierfür also wird ca. 30 PS.

In der folgenden Zusammenstellung ist der Kraftbedarf für das Schlauchfilter auf die 3 Ventilatoren der Cyklone entsprechend ihren Liefermengen verteilt, ihr Kraftbedarf ist also mit 35,5; 42; 45,5 PS eingesetzt.

Tabelle 3.

Kraftbedarf einer pneumatischen Aufbereitung nach Birtley für 104 to/h Rohaufgabe.

1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.		8.	9.
Korngröße	Klassierg.	Sortenfall to/h.	Leistung je Herd/h	Kraftbedarf der Ventilatoren in PS f. d. Herde	Kraftbedarf der Ventilatoren PS je to	Kraftbedarf der Entstaubung a) in PS	b) PS je to	Summe 5. + 7a in PS	Summe 6. + 7b in PS
0—0,5 mm	—	7,9	(Windsichter)	5	0,63	—	—	4	0,63
0,5—2,5 mm	1 : 5	35,25	11,75	18	0,51	35,5	1,0	53,5	1,51
2,5—10 mm	1 : 4	35,25	17,6	28	0,8	42	1,2	70	2,0
10—35 mm	1 : 3,5	25,6	25,6	43	1,7	45,5	1,8	88,5	3,5
	Summe	104,00 to		94 PS		123,0 PS		216,0	
				+ 15 PS für Hilfsmotore					
				109 PS					

ohne Entstaubung der Arbeitsluft 1,05 PS/to
mit Entstaubung der Arbeitsluft 2,05 PS/to
} ohne Transporteinrichtung

Die kontinentalen Abarten der oben beschriebenen Herde mit kontinuierlichem Luftstrom, die Luftherde der Bamag-Meguin A.-G., der Fa. Gröppel, von Humboldt ähneln grundsätzlich der „V"-Maschine. Bei der Maschine der Bamag-Meguin A.-G. ist der Umstand berücksichtigt, daß die deutsche Kohle in ihrer Zusammensetzung sehr starke Unterschiede aufweist, die eine leichte Anpassung der Arbeit der Maschine an die oft in kurzen Zwischenräumen wechselnde Kohlenart erforderlich macht. Deshalb ist die Setzfläche in 3 für sich verstellbare Einzelfelder unterteilt worden. Die Neigung der Setzflächen in den beiden Hauptrichtungen, der Luftdruck, Hub und Hubzahl der Herdfläche können geändert werden.

Die halbe Maschine der Bamag leistet mit entstaubter Kohle von 0,5—3 bzw. von 3—10 mm 4—8 Tonnen/h.[9])

Die Versuche mit der Bauart der Firma Gröppel sind noch nicht abgeschlossen.[14])

Die Setzmaschine der Fa. Humboldt ähnelt derjenigen von Peale. Die Siebtafel ist in 4 Zonen eingeteilt, von denen jede von einem besonderen Ventilator mit Luft entsprechenden Drucks versorgt wird. Jede Maschine hat also 4 jeweils unter der Mitte der zugehörigen Tafelzone aufgestellte Ventilatoren.

B. 2. Pneumatische Setzmaschine mit Rüttelbewegung und pulsierendem Luftstrom.

System v. Geo Raw. „Statische Setzmaschine.")

Raws Gedankengang ist folgender:[10])

Ein Bett, bestehend z. B. aus Korngrößen 0 bis 37 mm, dichtet den Siebboden auch bei Rüttelbewegung desselben wegen des Gehalts an feinem Staub beinahe hermetisch ab. Bei einem gewissen „kritischen Druck" der Luft in der unter dem Sieb befindlichen Luftkammer lockert sich das Bett und verhält sich wie eine Flüssigkeit mit einer bestimmten Viskosität. Bergestücke der verschiedensten Korngröße sinken, auf die Bettoberfläche gebracht, langsam unter und bilden ein Bergebett. Unterhalb diesem „kritischen Druck" bleibt das

Bett tot und infolge der Rüttelbewegung des Siebes fällt das feine Material durch dessen Lochung. Oberhalb des „kritischen Druckes" zeigen sich in dem Bett quellenartige und kochende Stellen, an denen das feinere Material an die Oberfläche kommt und sogar über diese hinausgeworfen wird.

Um gleichmäßige Stärke des Bettes zu erhalten, wird dasselbe gerüttelt. Zur Unterstützung der Setzarbeit soll ein um den „kritischen Druck" pendelnder Luftpuls angewandt werden, damit die kleinsten Bergeteilchen besser und rascher das Bergebett erreichen, als dies bei konstantem Druck der Fall ist. Die Pulse sind jedoch so schwach gedacht, daß nur wenig Luft durch das Bett entweichen soll und daß die Pulse an der Bettoberfläche praktisch verschwinden. Die in der Luftkammer auftretenden Pulse sollen durch Resonanz an den Wänden, die synchron mit den Hauptpulsen läuft, unterstützt werden. Dabei wird erwähnt, daß die Resonanzwellen mit der Schallgeschwindigkeit sich fortbewegen und reflektiert werden. Dadurch soll eine wesentliche Kraftersparnis erzielt und der Luftbedarf ein Minimum geworden sein.

Beschreibung einer Anlage.

Die Setzmaschine hat Rutschenform, die nach dem Austrag zu sich in 2 Absätzen verengt, Figur 5.

Am Ende jeder Zelle wird ein Teil des Materials ausgetragen, in der anschließenden sich verengenden Rutsche zur nächsten Zelle erhält das Gut wieder die der Luftpressung entsprechende Bettstärke. Der Rutschenboden besteht aus gelochtem Stahlblech und hat keinerlei Riffeln, Führungen oder Vorrichtungen zur Regulierung des Luftstromes. Jeder der aufeinander folgenden Zellenböden ist etwas tiefer als der vorhergehende, die kurze Verbindungsstufe von einer Zelle zur anderen braucht keine Lochung zu haben und ist im Grundriß V-förmig.

Am Ende jeder Zelle über dem stufenförmigen Absatz sind Abstreicher angebracht, die aus zwei, im Grundriß V-förmigen, Wänden bestehen, deren Spitze nach der Aufgabe zu

Schematische Darstellung einer pneumatischen Setzmaschine System Raw.

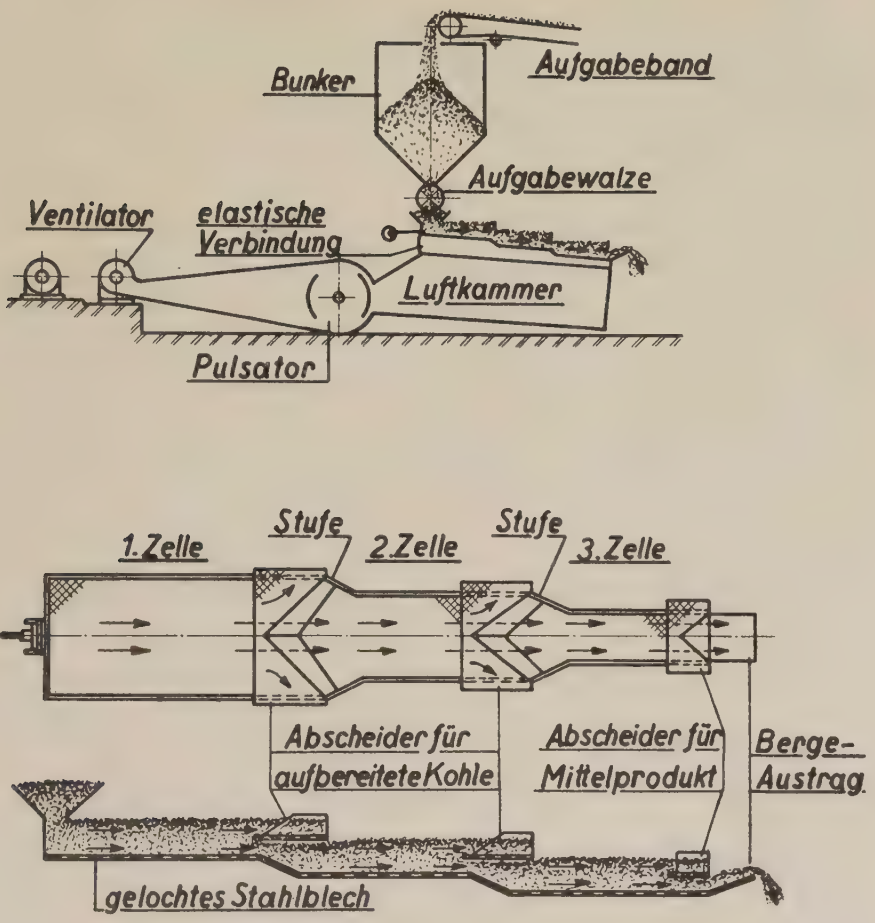


Fig. 5

zeigt und die über die Seitenwände der Rutschen hinausragen. Der Boden des Abstreichers besteht aus gelochtem Stahlblech und trennt die entsprechende Schicht des Gutes. Der senkrechte Abstand des Abstreichers vom Rutschenboden ist normalerweise 75 bis 100 mm. Anschließend an die 3. Zelle ist die Bergerutsche gelenkig befestigt, deren Steigung je nach der Menge der auszutragenden Berge eingestellt wird.

Die ganze Setzrutsche ist in einem Stahlrahmen gefaßt und hängt in Stahlfedern, die an einer oberhalb befindlichen Konstruktion befestigt sind. Der Tisch ist im ganzen leicht geneigt.

Die Verbindung zwischen Siebfläche und Luftkammer wird durch elastisches, luftdichtes Material gebildet. Ein Ventilator liefert die Luft durch einen großen Pulsapparat, der scharfe Pulsschläge erzeugt. Der Pulsapparat besteht aus zwei Kreisscheiben, zwischen denen 2 diametral einander gegenüber liegende bogenförmige Mantelstücke sitzen, die beim Durchdrehen durch den Windkanal den Pulsschlag erzeugen.

Die Maschine macht 300—400 Hübe je Minute von 12 mm Länge. Die Hubbewegung soll nur für gleichmäßige Bettstärke sorgen, den Transport bewirkt die leicht geneigte Lage des Siebbodens.

An Einstellungsmöglichkeiten weist die Setzmaschine auf:

Veränderliche:	**Zweck:**
1. Hublänge. 2. Hubzahl.	Zur Unterstützung des Setzvorganges und zur Erzielung gleicher Bettstärke.
3. Regulierung des Gebläses.	Zur Einstellung des „kritischen Druckes“ und der Windmenge.
4. Neigung.	Zur Einstellung der Leistung.
5. Höhenlage der Abstreicher.	Zur Festlegung der Menge der auszutragenden Kohle und Mischprodukte.
6. Regulierung der Aufgabe.	In Uebereinstimmung mit 4., 5. und 7.
7. Höhenverstellung der Austragkante der Bergeschurre.	Zur Regulierung des Bergeaustrages.

Ohne Unterbrechung des Betriebes können nur 6. und 7. geändert werden. Die übrigen Veränderlichen lassen sich nur während längerer Betriebspausen umstellen.

In den Bunker von 20 bis 30 to Inhalt gelangt die auf einem Sieb von 37 oder 50 mm Maschenweite abgesiebte Kohle und wird mit einer Austragwalze aufgegeben. Der Abstreicher am Ende der ersten Zelle trägt die obere gereinigte Setzschicht seitlich aus. Dies wiederholt sich am Ende der 2. und der 3. Zelle. An dieser werden die Mittelprodukte ausgetragen und mittels Band zum Aufgabebunker zurückgeführt, während die Berge über die Bergeschurre sich entfernen.

Der Staub wird nicht aus der Rohkohle entfernt, eine Vorrichtung zur Staubsammlung ist bei den im Betrieb befindlichen Anlagen nicht vorgesehen. Falls erforderlich, findet Nachklassierung der gewaschenen Kohle statt.

Im Betrieb sind Anlagen in Easington & South Hetton seit 1927. Erstere hat 3 Setzmaschinen zu je 50 t/h, letztere 2 Stück zu je 30 t/h. Eine 3. Anlage ist neuerdings mit 70 t/h in Betrieb gekommen.

Aufbereitungsergebnisse nach Angabe des Erfinders:

	Rohkohle		Gewaschene Kohle	Berge
	Asche %	Asche % der Kohle bis 1,5 spez. Gewicht	Asche %	Asche %
Anlage A	11,2	4,2	6,3	71,3
„ B	12,8	4,5	7,6	64,6
„ C	11,9	3,8	6,8	69,7

Die Kohle in den Bergen soll normalerweise zwischen ½ bis 1½% schwanken. Alle 3 Anlagen bearbeiten Kohle der Korngrößen 0 bis 37 mm.

Die aufbereitete Kohle wird in allen 3 Fällen mit den von Hand geklaubten gröberen Sorten gemischt und verschifft, wobei ein Durchschnittsaschengehalt der Bunkerkohle von 5 bis 7,5% erreicht werden soll.

Der Kraftbedarf der Anlage auf South Hetton wird mit 0,85 B. T. U. je to Rohkohle angegeben.

Da 1 B. T. U. (British Thermal Unit) die Wärmemenge ist, welche erforderlich ist, um 1 lbs (Pfund) Wasser um

1° Fahrenheit zu erwärmen, ist 1 B. T. U. = 0,252 WE und die Anlage wird 0,85 . 0,252 = 0,214 WE je to Rohaufgabe benötigen.

Die äquivalente Arbeit ist damit

$$0{,}214 \cdot 424 = 91 \text{ mkg} = 1{,}21 \text{ PS} = 0{,}9 \text{ kW}$$

für die Setzmaschine je to Rohaufgabe ohne Entstaubung der Arbeitsluft.

Da auch die ersten Anlagen von Raw, trotzdem bei ihnen nach Angabe des Erfinders nur der statische Druck in Anwendung kommen soll, unter einer unerträglichen Staubplage zu leiden haben, werden die zuletzt gebauten Anlagen mit Einrichtung für Entstaubung der Arbeitsluft versehen. Man kann annehmen, daß der Kraftbedarf hierfür ca. 100% desjenigen für die Setzmaschine allein beträgt, so daß der Kraftbedarf einschl. Entstaubung der Arbeitsluft sich auf 2,42 PS bzw. 1,8 kW je to Rohaufgabe belaufen wird.

B. 3. Pneumatische Setzmaschine mit feststehender Setzfläche und pulsierendem Luftstrom.

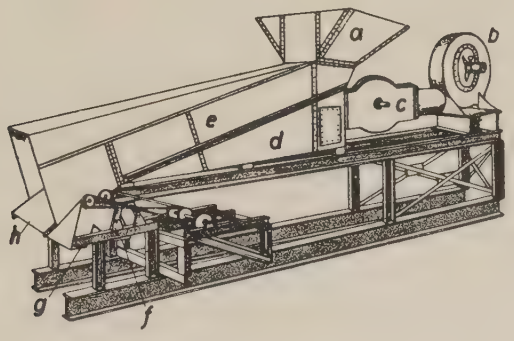
(System Carlshütte-Kirkup.)

Im Laufe des Jahres 1928 ist eine Reihe von Anlagen in England mit einer der Fa. R. H. Kirkup & Co. Ltd. durch britische Patente geschützten pneumatischen Setzmaschine mit feststehender Setzfläche und pulsierendem Luftstrom ausgerüstet worden. Abbildung 6 ist eine Skizze der ersten englischen Setzmaschine.

a ist der Aufgabetrichter,
b der Ventilator,
c die Pulsvorrichtung,
d die Windkammer unter der Setzfläche,
e die Setzrutsche,
f der Bergeaustrag,
g der Austrag für Mittelprodukt,
h der Austrag der aufbereiteten Kohle.

Die Ergebnisse mit diesen Maschinen waren hauptsächlich aus folgenden Gründen unbefriedigend:

1. Die Rohkohle wurde in allen Fällen in der Korngröße o—38 mm aufgegeben, Unterteilung in Fein- bzw. Grobkorn-Setzmaschinen fand nicht statt.
2. Einrichtungen für Entstaubung der Arbeitsluft waren nicht vorgesehen, dadurch hatten die Anlagen unter einer fast unerträglichen Staubbelästigung zu leiden.
3. Unmittelbar hinter dem Bergeaustrag folgte der Austrag für Mittelprodukt. Die Gewinnung reiner Berge und eines richtigen Mittelproduktes war dadurch nicht möglich.



Setzmaschine, System Kirkup.

Fig. 6

Die Carlshütte, A.-G., Waldenburg-Altwasser, führte deshalb zur Beseitigung der oben angeführten Hauptmängel eine entsprechende Vorklassierung der Rohkohle, einwandfreie Entstaubung der Arbeitsluft und zusätzliche Aufbereitung für Mittelprodukt hinter dem Bergeaustrag ein, durch Einschaltung einer zweiten Windkammer zwischen dem Bergeaustrag f und dem Austrag für Mittelprodukt g (Tandemanordnung). In allen übrigen Einzelheiten war die Setzmaschine konstruktiv zu verbessern. Die so weiterentwickelte Maschine ist durch eine Reihe von deutschen und Auslandspatenten geschützt.

Beschreibung.

Figuren 7, 8, 9.

Aus einem Bunkerraum, in welchen die vorklassierte Rohkohle vom Aufgabebecherwerk eingebracht wird, beschickt die Aufgabevorrichtung eine an den Bunker anschließende, schräge, feststehende Rutsche, welche allseits geschlossen ist, mit der aufzubereitenden Kohle. Die Rutsche bzw. der Boden derselben kann entsprechend den zur Verarbeitung kommenden Korngrößen in der Neigung um einige Grad gehoben oder gesenkt werden. Der Boden der Rutsche besteht aus einem gelochten Blech mit feiner Lochung. Unter dem Siebbelag ist eine Windkammer angeordnet, welche von einem Ventilator mit Wind versorgt wird. Zwischen dem Ventilator und dieser Kammer befindet sich eine Pulsvorrichtung, die den vom Ventilator kommenden Luftstrom regelmäßig drosselt und wieder freigibt. Der in der Drosselstellung der Pulsvorrichtung noch vorhandene freie Durchfluß-Querschnitt richtet sich im allgemeinen nach der aufzubereitenden Korngröße und soll so groß sein, daß der in der Windkammer auftretende Druck das Material vom Schüttdruck entlastet. Ueber dem Ende des Bodenbleches befindet sich ein Stauwehr. Durch den zwischen Stauwehr und Bodenblech vorhandenen Schlitz werden die Berge ausgetragen. Das aufbereitete Gut fließt über das Stauwehr mit anschließender Rutsche ab. Soll auch ein Mittelprodukt erzeugt werden, so wiederholt sich der eben geschilderte Vorgang auf einer zweiten Maschine, an deren am Ende befindlichen Querschlitz das Mischprodukt abgezogen wird, ehe die gewaschene Kohle über die untere Staukante abfließt. Die Setzmaschine Carlshütte-Kirkup wird also sowohl als einfache Setzmaschine, wie auch als Setzmaschine in Tandem-Anordnung gebaut, je nachdem, ob 2 oder 3 Produkte durch den Aufbereitungsprozeß erzeugt werden sollen. Berge und Mischprodukt werden durch die dafür vorgesehenen Querschlitze vor den Staukanten mittels geriffelter Walzen ausgetragen. Der Antrieb jeder Austragwalze ist gemeinsam mit demjenigen der zugehörigen Pulsvorrichtung unter Zwi-

Pneumatische Setzmaschine.

D. R. P. a.

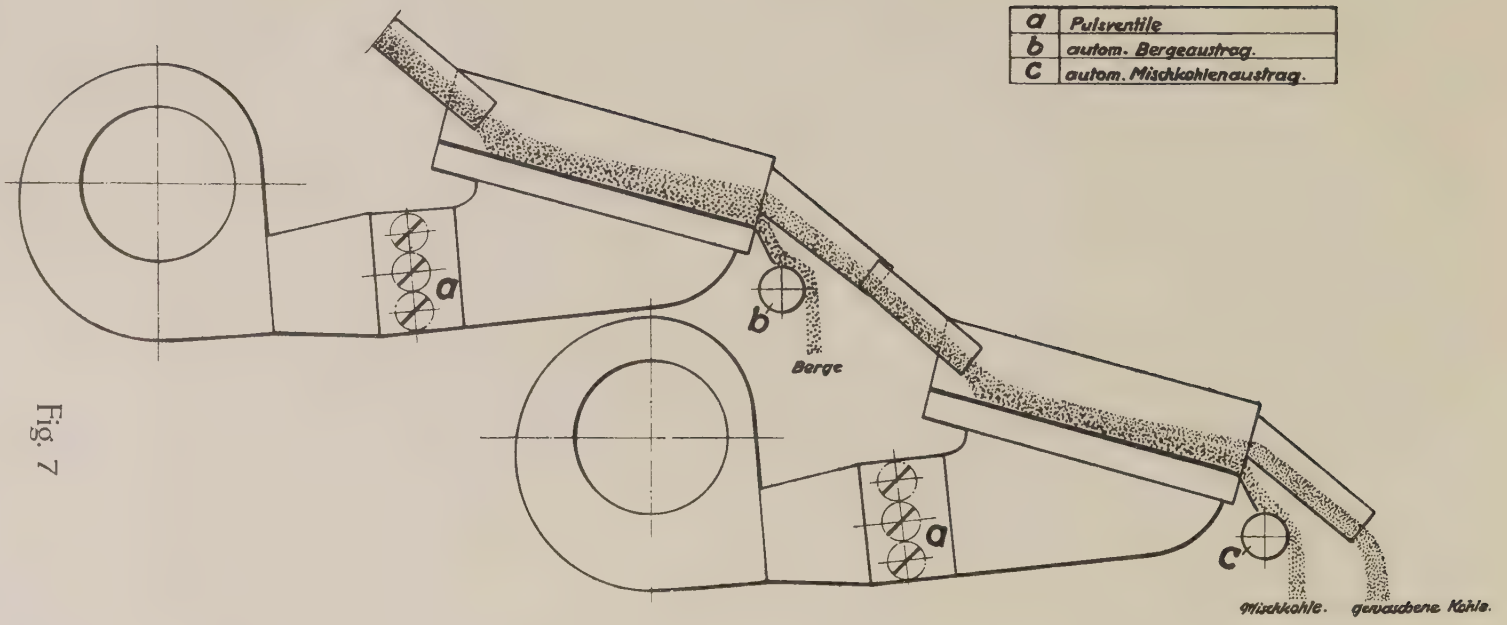


Fig. 7

schenschaltung einer entsprechenden Uebersetzung. Zum Antrieb von Pulsvorrichtung und Austragwalze dient ein Elektromotor mit Getriebe, welches mit seinem Abtriebsritzel die Hauptwelle der Pulsvorrichtung treibt. Bei der erstmaligen Einstellung der Maschine wird mittels des mitgelieferten Novotext-Rädchensatzes (Ersatz für Rohautritzel) die beste Pulszahl ermittelt. Von der Hauptantriebswelle der Pulsvorrichtung geht ein Kettentrieb nach dem Ziehkeilgetriebe des Austragwalzen-Antriebes. Dieses Getriebe ermöglicht mittels Schalthebel während des Betriebes eine Regulierung der Umdrehungen der Austragwalze von einer Mindestdrehzahl in bis zu 7 Stufen auf die Höchstdrehzahl. Das Stufenverhältnis kann beliebig eingerichtet werden.

Die Stufen sind z. B.:

Mindestdrehzahl	= 100%
1. Satz	= 112„
2. Satz	= 124„
3. Satz	= 136„
4. Satz	= 148„
5. Satz	= 160„
6. Satz	= 172„
7. Satz	= 184„

Eine neuere Ausführung der Setzmaschine zeigen die Figuren 8 und 9.

Leistungen der Setzmaschine in Tonnen/h/Rohaufgabe.

1. Weite der Rutsche	500	800	1200	1500	2000	2500
Korngröße < 3 mm	7,5	12	18	22,5	30	37,5
Korngröße 3—10 mm	11	18	27	34	45	56
> 10 mm	25	45	57	83	110	140

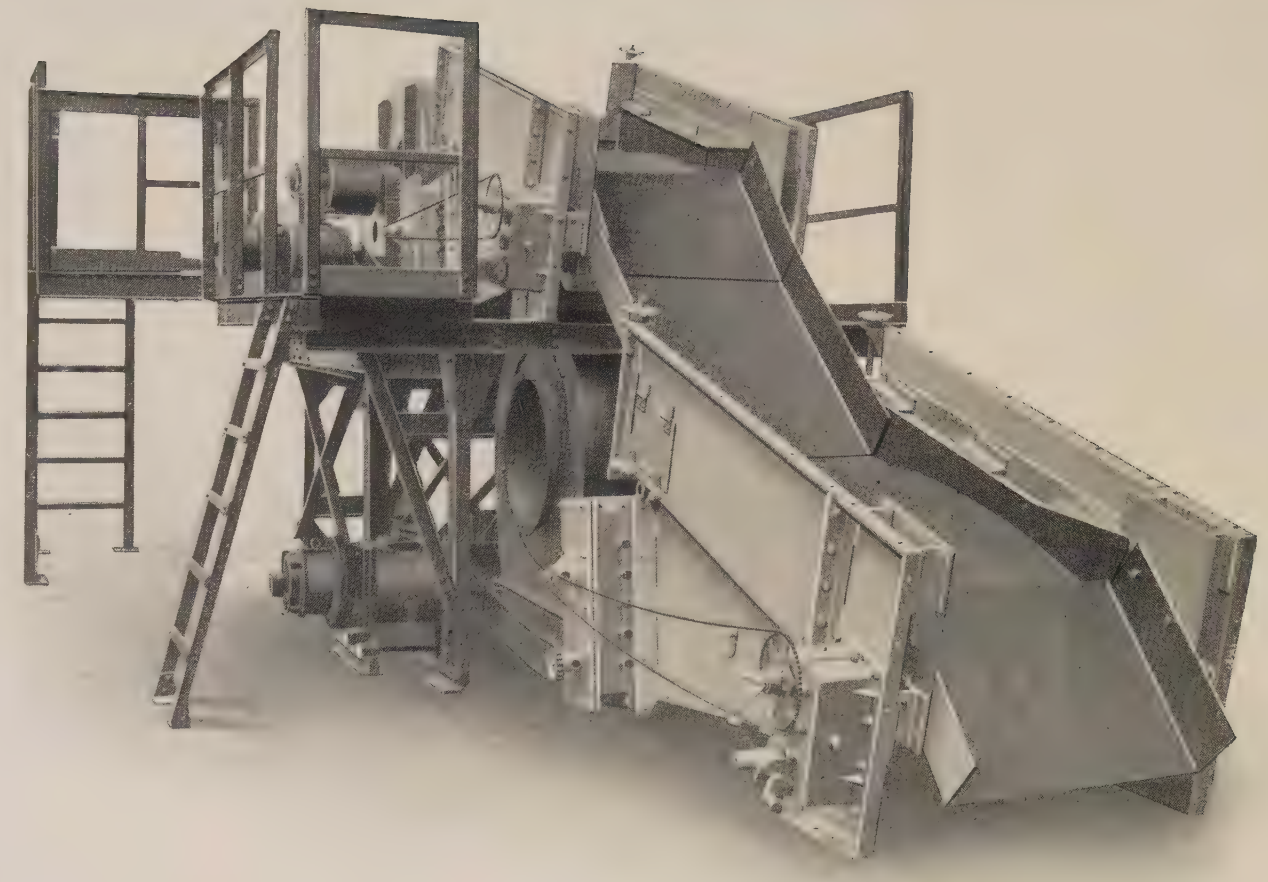


Fig. 8. Tandem-Setzmaschine mit abgenommenen Windhauben und Schutzvorrichtungen.

Einstellung der Maschine.

Veränderliche.	Zweck.
1. Aufgabevorrichtung für die Rohkohle.	Zur Einstellung der Leistung.
2. Ventilatordrehzahl.	Zur Einstellung von Luftmenge und Luftdruck für den Setzvorgang.
3. Rutschenneigung.	Zur Anpassung an die zu verarbeitende Korngröße.
4. Staurand.	Zur Einstellung der Stärke des Setzbettes.
5. Pulszahl.	Zur Anpassung an die zu verarbeitende Korngröße.
6. Umdrehungszahl der Austragwalze.	Zur Regulierung der auszutragenden Menge von Bergen und Mischprodukt.

Die Größen 1., 2., 3., 4. und 5. werden an der Maschine ein für allemal beim Probebetrieb entsprechend der zu waschenden Korngröße eingestellt. Die Umdrehungszahl der Austragwalze (6) kann im Betrieb jederzeit der verlangten Reinheit der ausgetragenen Produkte entsprechend mit Handrad augenblicklich geändert werden, so daß der wechselnden Zusammensetzung der in der Regel aus verschiedenen Flözen stammenden Kohle leicht Rechnung getragen werden kann.

Kraftbedarf
einer Aufbereitung nach System Carlshütte-Kirkup.

Für den Sortenfall und die Aufgabe, welche der Ermittlung des Kraftbedarfes einer Birtley-Aufbereitung für 104 to/h zugrunde gelegt wurden, werden die entsprechenden Angaben einer Aufbereitung nach System Carlshütte-Kirkup wie folgt. (Die Klassierung ist die von den Engländern gewählte.)

Benötigte Apparate:

für Sorte:

0 — 0,5 mm Staub = 7,9 to/h 1 Windsichter
0,5— 2,5 „ „ = 35,25 to/h 1 Tandem-Setzmaschine
2,5—10 „ (Erbs) = 35,25 to/h 1 Tandem-Setzmaschine
10—35 „ (Nuß II) = 25,6 to/h 1 Tandem-Setzmaschine

Das Korn 10 bis 35 mm wird nachklassiert in 10 bis 22 und 22 bis 35 mm.

Gegenüber 6 Herden nach System Birtley werden also nur 3 aufzustellen sein.

Für Luft von 15° C und $\varsigma = 1{,}22$ wird damit die Kraftwirtschaft:

a) **ohne Entstaubung der Arbeitsluft:**

für Korngröße 0,5 bis 2,5 mm 2 Ventilatoren je 365 m³/min. 70 mm WS.	19	PS
für Korngröße 2,5 bis 10 mm 2 Ventilatoren je 345 m³/min. 125 mm WS.	32	PS
für Korngröße 10 bis 35 mm 2 Ventilatoren je 195 m³/min. 170 mm WS.	24,5	PS
für den Windsichter (aus der Zusammenstellung von Birtley entnommen) 1 Ventilator 280 m³/min. 37 mm WS.	5	PS
Motore für Pulsvorrichtung und Austragwalzen	3	PS
so daß für die Aufbereitung von 104 t/h ohne Entstaubung der Arbeitsluft gebraucht werden:	83,5	PS
	= 0,8	PS/to

Fig. 9. Tandem-Setzmaschine, System Carlshütte-Kirkup.

Dabei ist der Kraftbedarf für die einzelnen Korngrößen:

$$0{,}5 \text{ bis } 2{,}5 \text{ mm} = \frac{19}{35{,}25} = 0{,}54 \text{ PS/to}$$

$$2{,}5 \text{ bis } 10 \text{ mm} = \frac{32}{35{,}25} = 0{,}9 \text{ PS/to}$$

$$10 \text{ bis } 35 \text{ mm} = \frac{24{,}5}{25{,}6} = 0{,}96 \text{ PS/to}$$

$$0 \text{ bis } 0{,}5 \text{ mm} = \frac{5}{7{,}9} = 0{,}63 \text{ PS/to.}$$

b) Mit Entstaubung der Arbeitsluft:

Die Ventilatoren der 3 Tandem-Setzmaschinen wälzen die Luft um, indem sie durch einen Separator, Patent Ortmann, die über den Setzmaschinen ausströmende Luft wieder ansaugen, Figur 10. Zusammen sind dies 730+690+390 = 1810 m³/min. Die auf der Umlaufstrecke in das Rohrsystem eintretende Fehl-

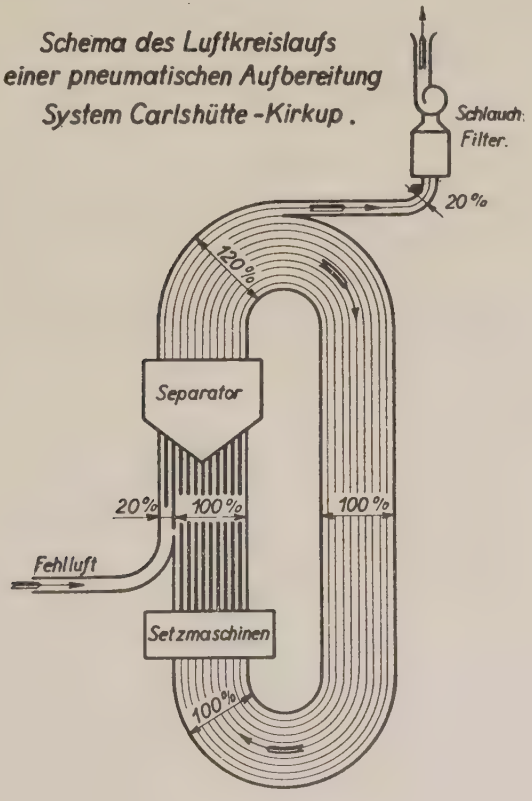


Fig. 10

luft, die den Betrag von 20% der Arbeitsluftmenge nicht überschreitet, wird ebenfalls durch den Ortmann-Separator geführt, so daß dieser Separator für $1810+0{,}20 \cdot 1810 = 2172$ m³/min. Staubluft zu bemessen ist. Die Zusatzluft (362 m³/min.) wird durch ein Schlauchfilter mit einem besonderen Ventilator ins Freie gedrückt. Die geringfügige Steigerung des spezifischen Gewichtes der Luft durch den Staubgehalt soll bei der Berechnung außer Betracht bleiben. Bestimmt man die wirtschaftlichen Rohrdurchmesser der Umwälzleitung, so findet man an Hand durchgerechneter Rohrleitungspläne, daß der Druckverlust für den Ortmann-Separator und die Umlaufleitung mit ca. 100 mm Wassersäule einzusetzen ist. Die unter a) angegebene Druckerzeugung der Ventilatoren ist also um je + 100 mm Wassersäule zu erhöhen, womit als Kraftbedarf erhalten werden 46,5; 58 und 39 PS. Die 362 m³/min. des Schlauchfilters benötigen einen dynamischen Druck von ca. 30 mm Wassersäule, d. h. einen Kraftbedarf von ca. 15 PS, womit sich folgende Zusammenstellung ergibt:

Tabelle 4.

Korn	Klassierung	Sortenfall to/h	Leistung je Setzmaschine to/h	Kraftbedarf in PS	Kraftbedarf in PS/to	Kraftbedarf mit Entstaubung der Arbeitsluft PS	Kraftbedarf mit Entstaubung der Arbeitsluft PS/to
0—0,5	Windsichter	7,9	—	5	0,63	5	—
0,5—2,5	1 : 5	35,25	35,25	19	0,54	46,5	1,32
2,5—10	1 : 4	35,25	35,25	32	0,90	58	1,64
10—35	1 : 3,5	25,6	25,6	24,5	0,96	39	1,52
		104 to/h		80,5 PS		148,5 PS	
			+ Hilfsmotor	3,0 PS		+ 15 PS Schlauchfilter	
				83,5 PS		163,5 PS	

ohne Entstaubung der Arbeitsluft 0,8 PS/to

mit Entstaubung der Arbeitsluft $\frac{163{,}5}{104} = 1{,}57$ PS/to } ohne Transporteinrichtungen.

IV. Kritische Bemerkungen zu den verschiedenen Aufbereitungssystemen.

Peale-Davis.

Hier werden die Berge aus dem über die Setzfläche wandernden Kohlenstrom in den Rillen sofort seitlich abtransportiert und die Kohle fließt über die ganze Länge der Setzfläche, hat also den längsten Weg zurückzulegen, so daß bei sonst richtiger Einstellung des Herdes die Kohle mit einem hohen Grad von Reinheit ausgetragen werden kann. Das Ausscheiden des Mittelproduktes und dessen erneute Aufgabe (u. U. nach vorherigem Brechen) auf einen Nachwaschherd entspricht durchaus unserer deutschen Wäschetechnik.

Die Entstaubung der Arbeitsluft in der über der Maschine befindlichen Expansionskammer hat auf Nunnery Colly. nicht befriedigt. Gegenüber einem dem Bau der Anlage zugrunde gelegten Staubgehalt unter 0,5 mm in der Höhe von bis ca. 3% der Rohaufgabe hatte die Anlage nach der Inbetriebsetzung einen wesentlich höheren Staubanfall zu verarbeiten, der in der Staubkammer nur zu einem geringen Teil niedergeschlagen wurde. Dadurch war die Staubplage in der Umgebung der Expansionskammer sehr stark. Der unmittelbar unter dem Dach ringsum gehende Luftschlitz wurde deshalb nachträglich geschlossen und die Abluft aus der Expansionskammer nach zusätzlicher Entstaubung wieder dem Setzmaschinen-Ventilator zugeführt.

Das System Peale-Davis wird wohl in seiner weiteren Entwicklung zur Vorentstaubung, Vorklassierung der Rohkohle und Entstaubung der Arbeitsluft übergehen müssen, wenn ein Optimum der Aufbereitungsergebnisse erzielt werden soll. An Stelle eines Herdes werden dann entsprechend der Zahl der Vorklassierungen mehrere Herde aufzustellen sein.

Die durch die große Leistung des Herdes bedingten erheblichen Abmessungen (ca. 9000 mm Länge) machen das Auftreten großer Massenkräfte unvermeidlich. Dadurch werden

starke Fundamente notwendig. Aus diesem Grunde stehen die Maschinen auch in allen bis jetzt gebauten Anlagen mit ihren Fundamenten im gewachsenen Boden. Dadurch entstehen bei der Planung von Anlagen für den Entwerfenden starke Bindungen.

Birtley-Iron Co.

Infolge der Wandlung des „Y"-Typs zum „V"-Typ mit seiner leichter zu verfolgenden Arbeitsweise dürfte die Schwierigkeit, Herde verschiedener Leistung mit Treffsicherheit zu bauen, wesentlich verringert worden sein.

Die Reihenfolge des Materialaustrages ist hier umgekehrt wie bei Peale-Davis. Zuerst wird die gewaschene Kohle, dann das Mittelprodukt und zuletzt die Berge ausgetragen. Die Kohle legt also den kürzesten Weg zurück. Dies widerspricht den Erfahrungen der Naßwäsche auf Kolbensetzmaschinen.

Die Entstaubung ist einwandfrei gelöst. Mit einer besonderen Staubabsaugungsanlage wird die von den Herden kommende Staubluft in Cyklonen vom groben Staub gereinigt, worauf sie noch durch Schlauchfilter geht und praktisch staubfrei ins Freie gelangt.

Die Leistung der Herde ist verhältnismäßig gering. Der Herd wird bis jetzt nur in einer Größe geliefert, eine „Super-V"-Maschine soll in England aufgestellt sein. Für kontinentale Ansprüche wird die Maschine auch für größere Leistungen, hauptsächlich als Feinkornherd zu entwickeln sein, weil sonst zu viele Aggregate in einer Anlage aufgestellt werden müssen.

Eine erhebliche Schwierigkeit konstruktiver Art ist, die aus dem Luftstutzen des unter dem Herd stehenden Ventilators kommende Luft auf kurzem Wege unter der ganzen großen Siebfläche gleichmäßig zu verteilen. Um an Bauhöhe zu sparen, wird der Einbau von Stausieben, Drosseleinrichtungen etc. notwendig, die naturgemäß mit ihren hohen Widerständen große Druckverluste verursachen.

Die hin- und hergehenden Massen sind bei der zur Zeit vorhandenen Normalgröße des Herdes nicht so groß wie bei Peale-Davis, weshalb die Herde auch auf den Bühnen des Wäschegebäudes ihre Aufstellung finden können. Den auftretenden Massenkräften wird durch entsprechende Dimensionierung der Gebäudekonstruktionen Rechnung zu tragen sein. Die Antriebsmechanismen sollten noch kräftiger bemessen werden, damit die Betriebssicherheit erhöht wird.

Die von der Birtley-Iron Co. gewählte enge Vorklassierung trägt den Forderungen der pneumatischen Aufbereitung Rechnung.

Mit der geringen Stärke der Setzschicht ist ein besonderer Nachteil verknüpft. Während der Herd sehr gute Ergebnisse liefert, wenn die Bergebeimengungen ein erheblich höheres spezifisches Gewicht als die reinen Kohlenstücke aufweisen und die Zusammensetzung der Rohkohle verhältnismäßig gleichmäßig ist, entstehen im Betrieb außerordentliche Schwierigkeiten, sobald diese Bedingungen sich während des Betriebes ändern oder dauernd wechseln. An der Bauart der Birtley-Iron Co. fehlt die Möglichkeit, die Maschine mit einfachen Handgriffen während des Betriebes umstellen zu können. Der wichtigste Handgriff, nämlich die Höhenverstellung des Tisches, kann nicht während des Betriebes ohne Störung ausgeführt werden. Glückt die richtige Höheneinstellung nicht sofort, so wird sogar eine mehrfache Betriebsunterbrechung notwendig werden. Das oben Gesagte gilt sinngemäß für die Abarten (Gröppel, Bamag, Humboldt) der „V"-Maschine.

Raw.

Die Länge jeder der 3 Zellen der Maschine ist ca. 2000 mm. Die Breite der ersten ca. 1200 mm. Die Rohkohle wird wie bei Peale-Davis unklassiert (0 bis 38 mm) aufgegeben. Am Ende der ersten und zweiten Zelle wird die aufbereitete Kohle abgestrichen, am Ende der 3. Zelle das Mischprodukt. Hinter der 3. Zelle werden die Berge ausgetragen. Bei dieser Reihenfolge hat das System Raw gegenüber demjenigen der Birtley-

Iron Co. den Vorteil, daß der von der Kohle zurückgelegte Weg erheblich länger ist. Da nur Aufgabe und Bergeaustrag im Betrieb sich regulieren lassen, ist die Anpassungsfähigkeit der Maschine an wechselnde Beschaffenheit und Bestandteile der Rohkohle nur gering.

Die erste Anlage hatte sich die Aufgabe gestellt, ohne Entstaubung der Arbeitsluft auskommen zu können. Die Staubplage war aber so unerträglich, daß beim Bau der zweiten Anlage eine der üblichen Entstaubungen mit Cyklon und Schlauchfiltern vorgesehen werden mußte. Der Anspruch des Erfinders, daß sein System nur mit statischem Druck arbeite, ist damit nicht erfüllt worden. Die dynamische Wirkung der Luft beim Setzvorgang war nicht zu verhindern, und da Korn von 0 bis 38 mm auf einer und derselben Setzmaschine aufbereitet wird, war das Mitreißen des feinen Kornes durch die Arbeitsluft unvermeidlich.

Die bewegten Massen sind groß, die Gebäudekonstruktion muß dementsprechend verstärkt ausgeführt werden.

Der lange Weg von ca. 6000 mm zusammen mit der Rüttelbewegung und der Arbeitsweise der Abstreicher läßt das Auftreten eines starken Verlustes durch Abrieb vermuten. Angaben hierüber sind leider nicht zu erhalten.

Wie Peale-Davis wird auch das System Raw früher oder später zu enger Vorklassierung übergehen müssen, wenn es im Wettbewerb bestehen will. Ohne Entstaubung der Arbeitsluft kann auch dieses System nicht auskommen.

Carlshütte-Kirkup.

Das System ist besonders einfach. Die Reihenfolge des Austrags: 1. Berge, 2. Mischprodukt und 3. Kohle ist die von den Kolbensetzmaschinen her bekannte und hat sich dort bewährt. Das System arbeitet mit Vorklassierung.

Die Entstaubung der Arbeitsluft ist einwandfrei gelöst. Die Ventilatoren der Setzmaschinen saugen die Abluft über dem Setzbett auf dem Umweg über einen Staubabscheider ab,

so daß geschlossener Kreislauf der Arbeitsluft vorhanden ist. Die durch Leckstellen auf dem Weg von den Setzmaschinen zum Staubabscheider hereingesaugte Luft wird von einem kleinen besonderen Ventilator durch ein Schlauchfilter ins Freie gedrückt, so daß die Setzmaschinen-Ventilatoren nur diejenige Luftmenge wieder aus dem Luftumlauf abziehen, die sie in den Setzmaschinen hereingegeben haben. Fig. 10.

Hin- und herbewegte Massen sind nicht vorhanden. Die Ventilatorenwellen und diejenigen der Pulsapparate sind ausgewuchtet. Die Maschinen können also, wenn Platz vorhanden, auch in bestehende Anlagen eingebaut werden, ohne daß eine Verstärkung der Gebäudekonstruktion, abgesehen von der notwendigen Unterstützungskonstruktion für die Maschine selbst, notwendig wird.

Der zu erwartende Verschleiß erstreckt sich praktisch nur auf das Siebblech.

Neigung des Siebbodens und Umdrehungszahl der Austragwalzen lassen sich ohne Betriebsunterbrechung leicht ändern.

Vorentstaubung der Rohkohle ist nur bedingt notwendig. (S. Versuch B.)

V. Vergleichende Gegenüberstellung der Hauptdaten der pneumatischen Setzmaschinen.

Tabelle 5.

Ohne Vorklassierung			Mit Vorklassierung		
Peale		Raw		Birtley	Carlshütte-Kirkup
Leistung einer normalen Einheit to/h	bis 250	bis 50	Korngröße: 3 mm „ 3—10 mm „ 10—35 mm	 12 25 35	 bis 37,5 bis 56 bis 140
Kraftbedarf /to für die reine Setzarbeit (PS)	1,1	1,2	Korngröße: 3 mm „ 3—10 mm „ 10—35 mm	 ~ 0,6 0,8 1,7	 ~ 0,6 0,9 1,0
Kraftbedarf /to einschl. Entstaubung der Arbeitsluft (PS)	1,8	2,4	Korngröße: 3 mm „ 3—10 mm „ 10—35 mm	 ~ 1,6 2,0 3,5	 ~ 1,4 1,7 1,5
Setzfläche (m^2)	10,5×2,1 = 22,05	—		2,5 × 1,9 = 4,75	bei 800 mm l. Breite der Rutsche = 2,32 (Tandem)
Leistung /m^2 Setzfläche in to/h (spez. Setzleistung)	4,54	gesch. auf 8—10	Korngröße: 3 mm „ 3—10 mm „ 10—40 mm	 2,5 5,3 7,4	 5 8 20

Der Herd Bauart Bamag-Meguin[9]) mit einer Länge von 8 m und einer Breite von 2,5 m hat, als Vollherd ausgebildet, unter 3 mm Korn eine spezifische Setzleistung von 0,4 to/h und für Korn unter 10 mm eine solche von 0,8 to/h.

Aus den in diesem und im vorstehenden Kapitel gemachten Ausführungen läßt sich mit ziemlicher Sicherheit die weitere Entwicklung der verschiedenen pneumatischen Aufbereitungsverfahren übersehen. Bei allen Verfahren wird früher oder später zu der Vorklassierung übergegangen werden,

welche die pneumatische Aufbereitung verlangt. Damit werden die Verfahren mit kontinuierlichem Luftstrom einander immer ähnlicher, weil das Birtley-System zu größeren Leistungen je Apparat übergehen und Peale an Stelle einer Einheit mehrere für die verschiedenen Kornklassen aufstellen wird.

Die Maschinen werden dann am Ende der Entwicklung nur noch in konstruktiven Einzelheiten voneinander abweichen. Der Aufbereitungsvorgang auf diesen Maschinen ist demjenigen der hydraulischen Rheo-Aufbereitung nahe verwandt und es entsteht so eine Art pneumatischer Rheo-Aufbereitung. Damit ist für diese Systeme auch ihr zukünftiger Anwendungsbereich ungefähr umrissen. Die pneumatischen Verfahren mit pulsierendem Luftstrom werden in dem ganzen Anwendungsgebiet der hydraulichen Hubsetzmaschinen arbeiten können, wenn sie in entsprechender Weise von der Vorklassierung des Aufgabegutes Gebrauch machen.

VI. Die pneumatische Aufbereitung feinen Kohlenstaubes.

In der fünfzehnten Berichtsfolge des Kohlenstaubausschusses des Reichskohlenrates[15]), Februar 1929, wird über Versuche zur Aschebeseitigung im elektrostatischen, im elektromagnetischen Feld und durch Windsichtung berichtet und das letztere als das aussichtsreichste Verfahren bezeichnet, wobei die Versuche von Dr. Gonell vom Staatl. Materialprüfungsamt (Archiv für Wärmewirtschaft, Bd. 9, Seite 209) als richtunggebend besprochen werden.

Ein Blick auf die Fig. 3 zeigt, wie große Schwierigkeiten der Aschebeseitigung durch Windsichtung entgegenstehen.

Gesetzt den Fall, man wollte versuchen, den Bereich z. B. des Kornes von 0 bis 0,3 mm mit reiner Windsichtung zwecks Beseitigung der Asche bearbeiten und angenommen, man fände mit der Siebskala 1:3 auch in diesem Bereich sein Auskommen, so wären etwa folgende Klassierungen notwendig:

1.	0	bis	10	µ
2.	10	bis	30	µ
3.	30	bis	100	µ
4.	100	bis	300	µ

Auch bei noch engerer Klassierung würde das Ergebnis mangelhaft bleiben müssen, weil gerade bei rein dynamischer Wirkung der Luft, wie sie im Windsichter zu verzeichnen ist, die starken Unterschiede in der Kornform besonders ausgeprägt sich im Sichterprozeß auswirken. Die virtuelle Vergrößerung der Trägheit von Körpern mit Kreisscheibenform (Blättchen) gegenüber kugeligen Körpern gleichen Durchmessers unter der dynamischen Wirkung des Luftstromes wird die Beherrschung der Windsichterarbeit außerordentlich erschweren.[16])

Es wäre viel eher daran zu denken, daß unter möglichst weitgehender Verringerung des dynamischen Druckanteils der Luft in der Hauptsache der statische Druck sich mit Aussicht auf Erfolg benützen ließe. In dieser Hinsicht angestellte Ver-

suche einfachster Art eröffnen gute Aussichten zur Lösung des Problems der Aufbereitung feinsten Staubes.

Der Anteil des statischen Druckes am Gesamtarbeitsdruck nimmt gerade bei pneumatischen Setzmaschinen mit pulsierendem Luftstrom mit abnehmender Korngröße zu, weil der Staub über dem Siebboden der Maschine beinahe hermetisch abdichtet, während das Haufwerk gröberer Körnung der Luft zwischen den einzelnen Körnern einen größeren Durchflußquerschnitt bietet. Die Setzmaschinen mit pulsierendem Luftstrom lassen sich bei sehr feinem Korn so einstellen, daß jeder Puls das Staubbett auflockert oder aufbläht, also das Haufwerk vom Druck des Schüttgewichtes entlastet. Nur während eines kleinen Bruchteils einer Sekunde tritt dann bei geringer Steigerung des statischen Druckes eine dynamische Wirkung der Luft ein, die jedoch fast beliebig klein gehalten werden kann. Nach Einwirkung einer Reihe von Pulsen werden die schwereren Teile sich auf dem Boden immer mehr anreichern und so allmählich das Bergebett bilden. Die verschiedene Form der Staubteilchen wird bei diesem Verfahren das Aufbereitungsergebnis nicht so stark beeinflussen, wie bei rein dynamischer Wirkung des Luftstromes.

VII. Der Einfluß der Vorentstaubung der Rohkohle.

Während die SJ-, Y- und V-Herde nur befriedigende Setzarbeit leisten, wenn der Staub unter ca. 0,4 mm vor der Aufgabe aus der Rohkohle möglichst vollständig mit Windsichter herausgezogen wird, weil sonst an den Stellen geringster Stärke des Bettes die bekannten Staub-Windhosen sich bilden, bei deren Auftreten sich die Setzarbeit des Herdes stark verschlechtert, können die Maschinen mit pulsierendem Luftstrom (Raw und Carlshütte) ohne Vorentstaubung der Rohkohle arbeiten, weil beim jedesmaligen Anheben des Bettes ein Druckausgleich zwischen Unter- und Oberluft stattfindet.

Die Vorentstaubung der Rohkohle wird bei den Maschinen mit Pulsen zweckmäßig nur dann angewandt, wenn der hohe Aschengehalt des Feinstaubes das Waschergebnis zu ungünstig beeinflussen würde. An Hand der Siebanalyse und Aschenuntersuchung des Feinstaubes ist dann festzustellen, bis zu welcher Korngröße der Feinstaub vor der Aufgabe mittels Windsichtung oder Vibratoren der Rohkohle entzogen wird. In der Mehrzahl so gelagerter Fälle wird also der Feinstaub unter 0,25 bis 0,3 mm Korngröße vorher abzuscheiden sein.

VIII. Der Einfluß der Feuchtigkeit der Rohkohle.

In England wird als Regel aufgestellt, daß die pneumatische Aufbereitung von Steinkohle unter etwa 3 bis 4 mm Korngröße schwierig werde, „sobald die Oberflächenfeuchtigkeit (surface moisture) den Wert von etwa 3,5 % übersteige", bei gröberen Körnungen könne dieser Wert höher (z. B. bis 7—8 %) liegen. Bei der großen Verschiedenheit in der Struktur, welche Kohlen verschiedener Herkunft aufweisen, wird sich eine so einfache Regel allgemein gültig nicht aufstellen lassen.

Als Regel kann aber allgemein gesagt werden, daß sich jede Kohle, die sich sauber absieben läßt und im Windsichter mit gutem Wirkungsgrad entstaubt werden kann, auch mit guten Ergebnissen auf pneumatischen Setzmaschinen aufbereiten läßt, vorausgesetzt, daß sich die Kohle auf Grund ihrer Zusammensetzung und sonstigen Eigenschaften überhaupt für pneumatische Aufbereitung eignet.

IX. Beschreibung der Versuchsanlage System Carlshütte-Kirkup

der Carlshütte, A.-G., Waldenburg-Altwasser. (Fig. 11.)

Die Rohkohlenzuführung erfolgt durch den ansteigenden Gurtförderer, welcher die Rohkohle auf den Vibrator 2 abgibt. Dieser hat 2 Siebbespannungen, so daß sich 3 Körnungen mit ihm herstellen lassen, nämlich das über das obere Sieb gehende Ueberkorn, das durch das obere und über das untere gehende Waschkorn und das durch die Maschen des unteren Siebes gehende Unterkorn. Die abgesiebte Rohkohle wird von dem Zwischenbunker 3 aufgenommen. Das Ueber- und Unterkorn wird in je einen besonderen Bunker gestapelt. Aus dem Zwischenbunker 3 erfolgt die Aufgabe der abgesiebten Rohkohle mittels Aufgabevorrichtung auf die pneumatische Setzmaschine 4, welche in Tandem-Anordnung ausgeführt ist und die Rohkohle in Berge, Mischprodukt und reine Kohle scheidet. Die Setzmaschine 4 ist mit einem kleinen Becherwerk, das in der Figur der besseren Uebersicht halber nicht dargestellt ist, ausgerüstet, das gestattet, das von der Maschine abgezogene Mischgut zur Wiederaufgabe zirkulieren zu lassen. In der Regel werden 2 Versuche mit der Rohkohle vorgenommen, der erste mit Abziehen des Mischgutes, also ohne Betätigung des Becherwerkes für Zirkulation, um das ausgetragene Mischgut mengenmäßig festzustellen, der zweite mit laufendem Zirkulations-Becherwerk, um den Einfluß des zirkulierenden Mischgutes auf das Waschergebnis zu prüfen.

Außerdem ist die Versuchsanlage mit einer Windsichter-Einrichtung versehen, so daß die vorklassierte Rohkohle erst in den Zwischenbunker 3 gelangt, nachdem sie vom ansteigenden Gurtförderer 1, über eine Rutsche nach dem ansteigenden Gurtförderer 5, von da in den Vorratstrichter 6 und Aufgabeschuh 7 in den Daqua-Windsichter 8, Patent Ortmann, für 10 to Stundenleistung, kommt. Der Rücktransport der vorentstaubten Kohle vom Sichter nach der pneumatischen Aufbereitung erfolgt durch den ansteigenden Gurtförderer 9. Der im

Windsichter abgezogene grobe Staub wird am unteren Abzugsstutzen des Sichters gewonnen, der in der Abluft des Sichters enthaltene Feinstaub wird vom Ortmann-Separator 10 mittels Schleuse ausgetragen.

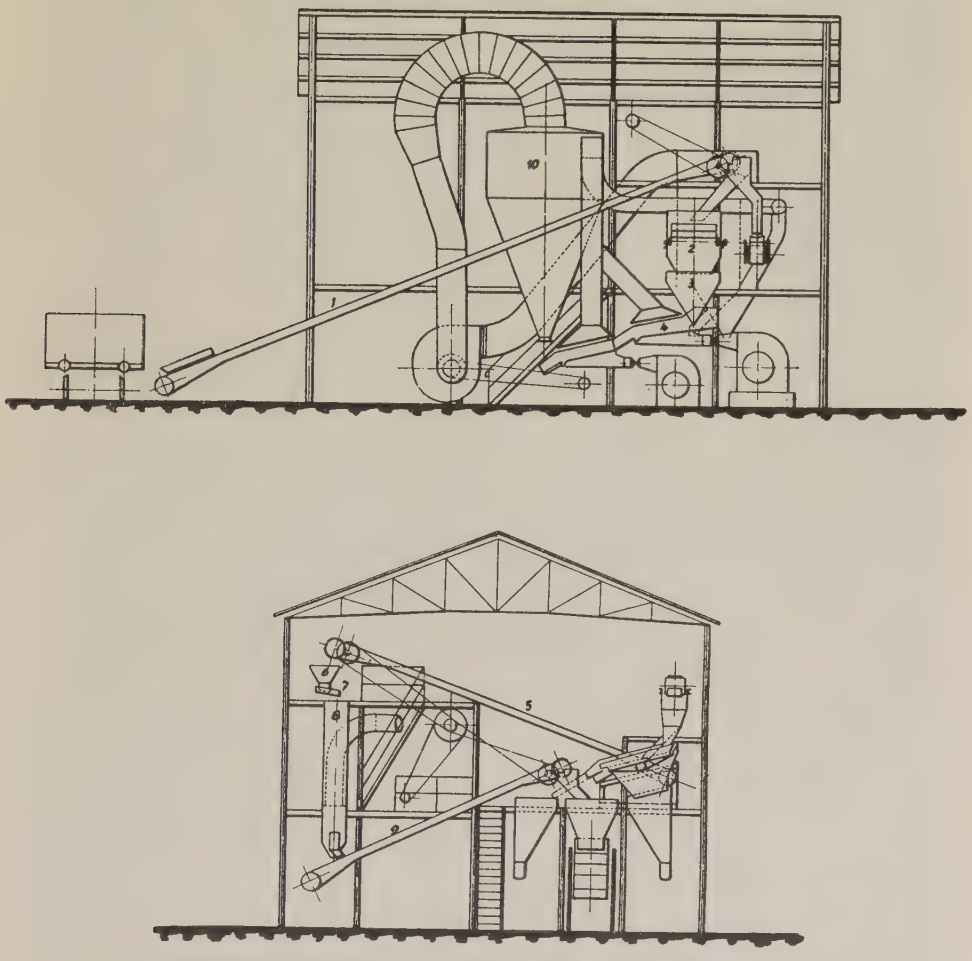


Fig. 11.

Versuchsanlage für pneumatische Kohlenaufbereitung.

In der Fig. 11 nicht dargestellt ist der fahrbare Gurtförderer, welcher die reine Kohle von der pneumatischen Setzmaschine 4 nach einem gedeckten Lagerplatz transportiert, sowie die Antriebe der Ventilatoren für die Setzmaschine.

Meßeinrichtungen:

Luftmengen und Luftdrücke werden für jeden Ventilator getrennt durch Staurandmessungen auf der Saugseite nach den „Regeln für Leistungsversuche an Kompressoren und Gebläsen", mit Anemometer Fueß und Pneumometer Prell ermittelt.

Liefermenge, statische und dynamische Druckerzeugung, Kraftbedarf und Wirkungsgrad der Ventilatoren sind für den praktisch vorkommenden Umdrehungszahlbereich in Kennlinien festgelegt. An entsprechenden Stellen angebrachte Anbohrungen der Wandungen lassen Messungen in den Saugrohren und den Druckstutzen der Ventilatoren, unmittelbar vor den Pulsvorrichtungen und an verschiedenen Stellen der Luftkammer zu.

Alle Elektromotoren sind vor Inbetriebnahme unter elektrischer Belastung mit Flüssigkeitswiderständen mit Hilfe eines Torsions-Dynamometers, System Bamag, bezüglich ihrer Leistungsabgabe bei verschiedenen Spannungen und Stromaufnahmen geeicht. Elektrische Meßinstrumente sind in genügender Zahl auf der Hauptschalttafel vereinigt, so daß für jeden Motor getrennte Ablesungen gemacht werden können.

Zur Feststellung von Mengen und Gewichten sind geeichte Gefäße und Waagen im Versuchsraum vorhanden.

Siebsätze in den gebräuchlichsten Maschenweiten und Lochungen stehen zur Verfügung.

Das der Versuchsanlage angegliederte Laboratorium ist mit den üblichen Einrichtungen (Präzisionswaagen, elektrischen Muffelöfen, Handsieben, Mikroskop, Schwerflüssigkeiten, Trocknungseinrichtungen etc.) versehen, so daß Siebanalysen, Veraschungen, sowie Schwimm- und Sinkproben mit genügender Genauigkeit ausgeführt werden können.

Fig. 12

X. Auf dem Versuchsstand der Carlshütte, A.-G., durchgeführte Versuche.

A) Messungen von Luftmengen und Luftdrücken bei verschiedenen Korngrößen.

Drücke wurden mittels Messung mit Pneumometer (Instrument: Pneumometer nach Krell, Metrum, Nr. D 201) festgestellt; die aus den Ablesungen mit diesem Instrument gewonnenen Drücke wurden zur Berechnung der Luftmengen benützt. Als Kontrollmessung für die so errechneten Luftmengen wurden an den einzelnen Meßstellen die Luftgeschwindigkeiten durch Anemometermessung ermittelt und die entsprechenden Luftmengen ebenfalls durch Rechnung erhalten (Anemometer Fueß Nr. 13 663). Als weitere Kontrolle des Luftverbrauchs dienten Messungen an dem im Saugrohr des Ventilators angebrachten Staurand (nach Prandtl).

Durchgeführt wurden diese Messungen für Steinkohle der Korngrößen 0,5—3, 3—10, 8—15 und 10—40 mm, und zwar am unteren Teil einer Tandemsetzmaschine, System Carlshütte-Kirkup (800 mm l. W. der Setzrutsche). Der untere Teil wurde der leichteren Zugänglichkeit halber gewählt. Dementsprechend sind die erhaltenen Luftmengen für eine Tandemsetzmaschine etwa zu verdoppeln. Für jede Korngröße wurde die Leistung des Ventilators so eingestellt, daß gute Setzarbeit eintrat. Jedem Versuch mit Kohle ging ein Versuch mit leerem Siebboden voraus, wobei die letzteren Versuche darüber Aufklärung geben sollten, ob der vom Siebboden allein gebildete Widerstand nicht höher war, als der für das Setzen der betreffenden Korngröße notwendige. Die geeigneten Pulszahlen waren vorher durch eine besondere Versuchsreihe ermittelt worden. Zu ihrer Ermittelung wurde die Setzrutsche in horizontale Lage gebracht, so daß kein Transport des Materials stattfand. Vom Ventilator gelieferte Luftmenge und Druck, sowie die Pulszahl wurden so lange geändert, bis einwandfreie Setzarbeit vorhanden war und zwischen einem Auf- und Niedergang des Materials und dem Puls Synchronis-

mus eintrat. Ueber die Meßergebnisse gibt die untenstehende Zusammenstellung Aufschluß, welche Mittelwerte aus einer Anzahl von Versuchsreihen und Meßstellen enthält. Die angegebenen Drücke entsprechen der Summe von statischem Druck und wirklicher Geschwindigkeitshöhe (errechnet aus der gemessenen). Statische Drücke sind mit Index stat. bezeichnet (p_{stat}). Alle Messungen und Berechnungen erfolgen nach den „Regeln für Leistungsversuche an Kompressoren und Gebläsen".

Tabelle 6.

1	Korngröße	mm	10—40	8—15	3—10	0,5—3
2	Pulszahl/Min.	z =	228	300	360	440
3	Freie Siebfläche . . .	m^2	1,08	1,08	1,08	1,08
4	Statischer Druck in der Windkammer unter dem Sieb	mm WS.	50	30	18	14
5	Gesamtdruckerzeugung des Ventilators ($p_{stat.} + p_{dyn}$)	mm WS.	170	148	97	49
6	Luftmenge nach Anemometer . .	m^3/min.	300	186	111	96,5
	Pneumometer . .		260	203	105	86
7	Luftmenge im Mittel von 5 und 6 . .	m^3/min.	280	195	108	92
8	Luftmenge je m^2 Siebfläche	m^3/min.	260	180	100	85

In der Fig. 2 ist die Druck-Geschwindigkeitskurve für Luft eingetragen, diese ergibt für $\gamma = 1{,}5$ und

eine Korngröße von	40	15	10	3 mm
einen theor. Druck von ca.	85	35	25	7,5 mm WS.

Ein Vergleich mit den Drücken der Zahlenreihe 4 der Tabelle zeigt, daß gebraucht wurden:

50	30	18	14 mm WS.	
oder 59 %	86 %	72 %	193 %	des theoretischen Drucks.

Bei Korngröße 3 mm hat das Sieb wohl einen zu hohen Widerstand (11 mm WS.). Nimmt man an, daß bei richtiger Bemessung des freien Durchschnittsquerschnittes auch für dieses Korn etwa 80% des theoretischen Drucks notwendig gewesen wäre, so würden die praktisch bei Haufwerk notwendigen Drücke 20 bis 40% unter den theoretisch für eine einzelne Kugel benötigten liegen.

Das Verhältnis der Pressung in der Windkammer, die durch Siebwiderstand und Widerstand des Setzbettes bei der jeweiligen Luftmenge gebildet wird, zu der Gesamtdruckerzeugung des Ventilators, gemessen vor der Pulsvorrichtung, war (Spalte 4 dividiert durch Spalte 5):

0,30 0,20 0,185 0,29

Es ist zu erwarten, daß sich der Wirkungsgrad der Setzmaschine durch Verringerung der beim Durchströmen der Luft durch die Pulsvorrichtung und das Setzsieb auftretenden Druckverluste noch verbessern läßt.

Zu den Messungen der Spalte 4 ist noch zu bemerken:

Es konnten Zweifel darüber bestehen, ob die Meßinstrumente den oberen oder den unteren Pulsdruck in der Windkammer anzeigen. Zur Klärung der Frage wurde die Pulsvorrichtung in Oeffnungstellung festgehalten, wobei sich herausstellte, daß die Meßinstrumente den oberen Pulsdruck angezeigt hatten. Sie hatten also wegen der verhältnismäßig hohen Druckwechselzahl von 3,8 bis 7,3 je Sekunde die während einem Pulsspiel auftretende Druckverringerung gar nicht angezeigt. Es wurde deshalb auch noch eine Versuchsreihe mit in Schlußstellung festgehaltener Pulsvorrichtung durchgeführt, um die ungefähre Höhe des geringsten Pulsdrucks zu ermitteln. Einwandfreie Ergebnisse konnten jedoch nicht erhalten werden. Schätzungsweise dürfte die untere Druckgrenze eines Pulsspiels bei ungefähr 60% des Maximaldrucks liegen, der in der Windkammer gemessen wurde (Spalte 4 der Tabelle).

B) **Aufbereitungsversuch mit einer westfälischen Kokskohle.**

Zur Verfügung waren 10 to Rohkohle 0—10 mm.

Siebanalyse der Rohkohle:

Korngröße mm	Mengen in %	Asche in %	
0—0,25	10,0	11,46	
0,25—0,5	5,8	9,38	
0,5—1	10,8	9,02	9,45
1—2	20,9	8,84	
2—3	13,1	9,40	
3—10	39,4	11,29	
0—10	100,0	10,19	

Gesonderte Durchschnittsproben ergaben einen Gesamtaschengehalt von 11,50%; für die Korngröße 0—3 mm betrug dabei der Aschengehalt 10,70%. Der Feuchtigkeitsgehalt wurde zu 3,3% ermittelt. Der Sortenfall 0—3 mm und 3—10 mm ist durch Absiebung der Rohkohle auf dem Vibrator mit einem Sieb von 3,3 mm Maschenweite festgestellt worden.

Die Aufbereitungsversuche erstreckten sich auf die Korngröße 0—3 mm, dabei wurde außerdem geprüft, wie das Aufbereitungsergebnis sich ändert, wenn entstaubte Kohle 0,5—3 mm oder nicht entstaubte Kohle 0—3 mm auf die Setzmaschine aufgegeben wird.

1. **Versuch mit entstaubter Kohle 0,5—3 mm.**

Zusammensetzung der Rohkohle nach dem Schwimm- und Sinkverfahren.

Spez. Gew.	Mengen %	Asche %
< 1,40	82,2	2,00
1,40—1,50	2,4	18,08
1,50—1,60	1,2	29,96
1,60—1,80	2,2	41,52
1,80—2,00	1,4	55,60
> 2,00	10,6	75,64
	100,0	12,15

Die Entstaubung erfolgte im Daqua-Rieselsichter und ergab:

Produkte		Mengen kg	Mengen %	Asche %
Entstaubte Kohle		1800	77,4	11,62
Grobstaub		249	10,7	8,96
Feinstaub		275	11,9	8,94
Rohkohle	0—3 mm	2324	100,0	11,00

Siebanalyse und Aschengehalte in den einzelnen Kornklassen:

Korngröße	Entstaubte Kohle			Grobstaub			Feinstaub		
mm	Menge kg	%	Asche %	Menge kg	%	Asche %	Menge kg	%	Asche %
0—0,1	5	0,3	19,46	24,9	10,0	17,50	146,4	53,2	11,80
0,1—0,25	16	0,9	18,88	59,4	23,9	12,00	77,4	28,2	7,20
0,25—0,5	102	5,7	17,54	83,0	33,3	6,76	35,5	12,9	4,60
0,5—0,7	204	11,3	12,02	43,8	17,6	6,28	10,0	3,6	4,80
0,7—1	193	10,7	10,36	15,7	6,3	5,82	5,7	2,1	5,80
1—2	835	46,4	11,78	19,7	7,9	7,08	—	—	—
2—3	342	19,0	10,82	2,5	1,0	6,96	—	—	—
3—4	103	5,7	12,94	—	—	—	—	—	—
	1800	100,0	11,95	249,0	100,0	8,97	275,0	100,0	9,20

Die Entstaubungsanlage hatte also für die Staubmengen von

0—0,1 mm Korngröße einen Wirkungsgrad von 97,0 %
0,1—0,25 mm „ „ „ „ 89,4 %
0,25—0,5 mm „ „ „ „ 53,7 %

oder für die einzelnen Kornklassen

bei dem Korn 0—0,1 mm einen Wirkungsgrad von 97,0 %
„ „ „ 0—0,25 mm „ „ „ 93,6 %
„ „ „ 0—0,5 mm „ „ „ 77,9 %

Auch aus diesen Zahlen geht hervor, daß die Wirkung des Daqua-Sichters auf das feinste Korn von 0—0,25 mm bezogen sehr gut ist. Beim Korn von 0,25—0,5 mm geht sie aber stark zurück und dieses Korn wird nur noch etwa zur Hälfte erfaßt.

Es wäre also richtiger, bis etwa 0,3 mm auszusichten und das Korn 0,3—3 mm noch einmal bei 1 mm z. B. auf Vibratoren zu spalten in die Klassierungen 0,3—1 und 1—3 mm, was auch für das Aufbereitungsergebnis günstige Folgen haben würde, wie unten gezeigt.

Aufbereitungsergebnisse.

Produkte	Mengen kg	Mengen %	Asche %
Luftgesetzte Kohle	1563	86,9	6,83
Mischprodukt	166	9,2	24,51
Berge	45	2,5	72,24
Separatorstaub	26	1,4	9,74
	1800	100,0	11,35

Zusammensetzung der Aufbereitungsprodukte nach dem spezifischen Gewicht.

	Luftgesetzte Kohle		Mischprodukt		Berge	
spez. Gewicht	Mengen %	Asche %	Mengen %	Asche %	Mengen %	Asche %
< 1,50	92,7	2,55	70,2	3,28	3,6	4,06
1,50—1,80	2,8	39,90	6,2	39,44	4,6	36,88
1,80—2,00	1,0	57,20	2,5	58,62	3,4	56,56
> 2,00	3,5	76,42	21,1	78,86	88,4	78,9
	100,0	6,73	100,0	22,81	100,0	73,47

Der während der Aufbereitung von der Setzmaschine zusammen mit dem Wind abgesaugte und im Separator niedergeschlagene Staub setzte sich nach Korngrößen und Aschengehalten folgendermaßen zusammen:

Korngröße mm	Menge %	Asche %
0—0,1	27,3	14,62
0,1—0,25	33,1	11,38
0,25—0,5	39,6	4,32
	100,0	9,47

Auf dem Versuchsstand entweichen ca. 10% der Separatorstaubmenge in Blütenstaubgröße mit der Abluft ins Freie, während bei betriebsmäßigen Anlagen diese 10% fast vollständig in Schlauchfiltern niedergeschlagen werden.

Zerlegt man die luftgesetzte Kohle in die Korngröße 0—0,5 und 0,5—3 mm, so erhält man:

Korngröße mm	Mengen %	Asche %
0—0,5	4,7	15,57
0,5—3	95,3	6,34
	100,0	6,77

Auf der Setzmaschine wird also von dem Unterkorn 0,5 mm das leichtere und aschenärmere Material von dem Wind mitgeführt, während das schwere unaufbereitet in die luftgesetzte Kohle geht und durch seinen höheren Aschengehalt das Ergebnis ungünstig beeinflußt. Zur Erzielung eines optimalen Ergebnisses der Aufbereitung ist deshalb die Kohle staubfrei aufzugeben; aus diesen und den weiter oben erwähnten Gründen empfiehlt sich die Entwicklung einer Setzmaschine für die Korngröße 0,3—1 mm. Kommt ein nachträglicher Zusatz des Staubes zur Kokskohle in Frage, so spielt der Staubgehalt der aufgegebenen Kohle keine Rolle.

2. Versuch mit **nicht** entstaubter Kohle 0—3 mm.

Produkte	Mengen kg	Mengen %	Asche %
Luftgesetzte Kohle	1644	74,8	7,85
Mischprodukt	231	10,5	23,92
Berge	51	2,3	72,45
Separatorstaub	274	12,4	9,43
	2200	100,0	11,23

Zusammensetzung der Aufbereitungsprodukte nach dem spezifischen Gewicht.

	Luftgesetzte Kohle	Mischprodukt	Berge
Spez. Gew.	Mengen %	Mengen %	Mengen %
< 1,50	89,8	68,5	6,6
1,50—2,00	5,6	8,1	4,2
> 2,00	4,6	23,4	89,2
	100,0	100,0	100,0

Zusammensetzung nach Korngröße und Aschengehalt.

Korngröße mm	Luftgesetzte Kohle		Separatorstaub	
	Mengen %	Asche %		
0—0,1	0,2	19,04	43,0	12,98
0,1—0,25	1,0	26,08	35,7	8,30
0,25—0,5	6,8	14,80	19,3	5,10
0,5—1	21,4	8,52	2,0	3,44
1—3	70,6	5,66	—	—
	100,0	7,14	100,0	9,59

Zusammensetzung der Kornklassen 0,5—1 und 1—3 mm der aufbereiteten Kohle nach dem spezifischen Gewicht.

	Kornklasse mm			
	1—3		0,5—1	
spez. Gewicht	Mengen %	Asche %	Mengen %	Asche %
< 1,50	94,2	2,56	89,9	2,34
1,50—2,00	3,3	40,74	4,2	41,24
> 2,00	2,5	75,20	5,9	75,44
	100,0	5,67	100,0	8,23

Ausbringen bezogen auf die Rohkohle von 0—3 mm.

	Ausbringen %	Asche %
beim Versuch 1. mit entstaubter Kohle	64,0	6,34
beim Versuch 2. mit nicht entstaubter Kohle	68,8	6,34

Berücksichtigt man noch, daß das Ueberkorn des Grobstaubes beim Versuch 1. (mit entstaubter Kohle) mit auf die Setzmaschine ginge, so erhält man für das Ausbringen

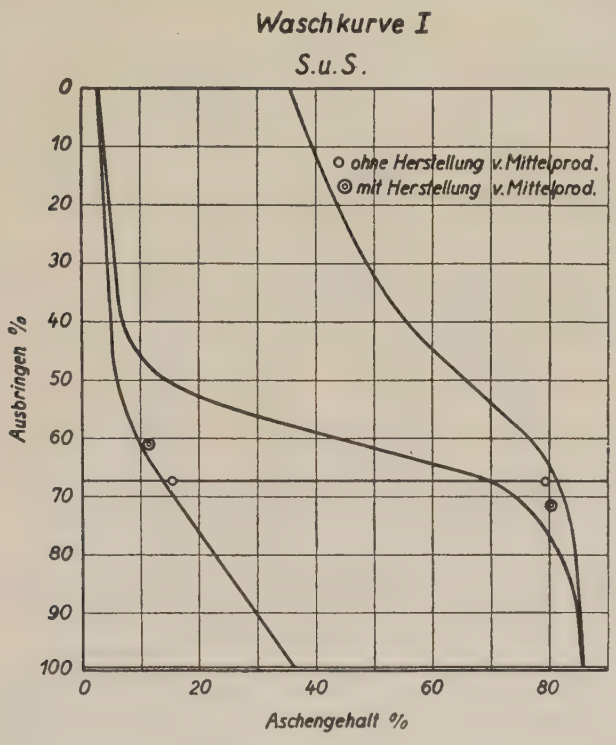
beim Versuch 1. 67,5% mit einem Aschengehalt von 6,34%

beim Versuch 2. 68,8% mit einem Aschengehalt von 6,34%

Die Zahlen sind dann fast gleich, womit erwiesen ist, daß bei der untersuchten Kohle das Endergebnis sich nicht ändert, einerlei, ob die Kohle entstaubt oder nicht entstaubt aufbereitet wird, falls der Staub zur Kokskohle zugesetzt wird.

C) Aufbereitungsversuche mit einer Braunkohle aus dem Falkenauer Kohlenrevier (20 to).

Bei sämtlichen Untersuchungen wurde der Schwimm- und Sinkversuch auf den Anfall der Aufbereitungsprodukte bezogen.



Braunkohle aus dem Falkenauer Revier.
Korngröße 10–40 mm.

1. Korngröße 10—40 mm.

Zusammensetzung der Rohkohle nach dem spezifischen Gewicht (Waschkurve I).

Spez. Gewicht	Mengen %	Asche %
< 1,25	52,94	6,43
1,25—1,59	10,65	37,50
1,59—1,97	11,84	70,41
> 1,97	23,97	82,80
	99,40	35,78
Staub	0,60	32,91
	100,00	35,76

a) Ergebnis des Aufbereitungsversuches mit Herstellung von Mischprodukt.

Produkte	Mengen %	Asche %
Luftgesetzte Kohle	60,9	11,42
Mischprodukt	10,4	58,56
Berge	28,1	80,10
Separatorstaub	0,6	32,26
	100,0	35,76

Zusammensetzung der Aufbereitungsprodukte nach dem spezifischen Gewicht.

	Luftgesetzte Kohle		Mischprodukt		Berge	
Spez. Gewicht	Mengen %	Asche %	Mengen %	Asche %	Mengen %	Asche %
< 1,25	84,0	6,32	17,1	6,53	0,3	12,32
1,25—1,59	14,6	35,12	14,9	40,12	0,8	47,13
1,59—1,97	1,2	65,13	38,6	68,23	25,3	72,16
> 1,97	0,2	78,22	29,4	80,16	73,6	83,27
	100,0	11,39	100,0	57,00	100,0	80,03

b) Ergebnis des Luftaufbereitungsversuches mit Repetieren des Mischproduktes.

Produkte	Mengen %	Asche %
Luftgesetzte Kohle	67,4	15,26
Berge	32,0	79,32
Staub	0,6	33,56
	100,0	35,87

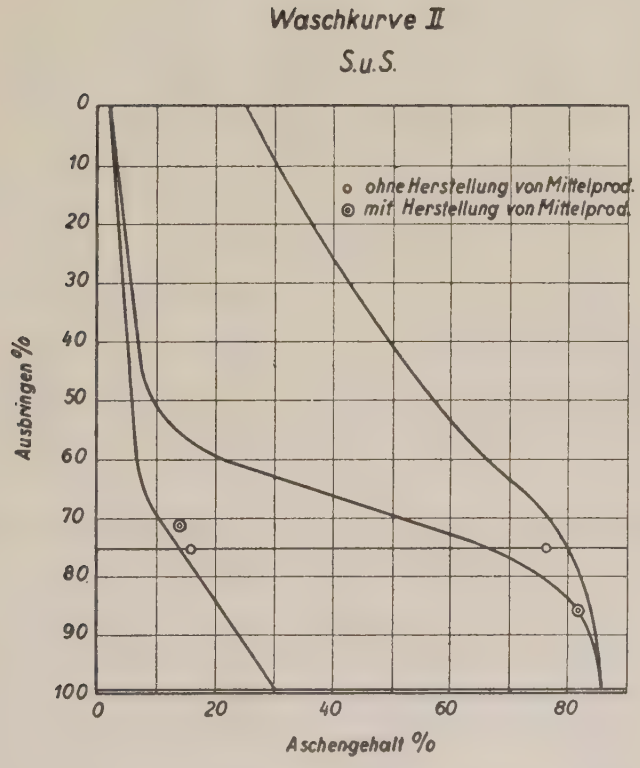
Zusammensetzung der Aufbereitungsprodukte nach dem spezifischen Gewicht.

	Luftgesetzte Kohle		Berge	
Spez. Gewicht	Mengen %	Asche %	Mengen %	Asche %
< 1,25	78,3	6,41	0,6	10,16
1,25—1,59	15,2	37,06	1,4	46,17
1,59—1,97	4,8	66,23	26,9	71,74
> 1,97	1,7	78,31	71,1	82,93
	100,0	15,22	100,0	78,96

2. Korngröße 3—10 mm.

Zusammensetzung der Rohkohle nach dem spezifischen Gewicht (Waschkurve II).

Spez. Gewicht	Mengen %	Asche %
< 1,25	60,91	6,71
1,25—1,59	11,08	38,82
1,59—1,97	12,93	71,29
> 1,97	14,58	84,06
	99,50	30,02
Staub	0,50	38,55
	100,00	30,07



Braunkohle aus dem Falkenauer Revier
Korngröße 3–10mm.

a) Ergebnis des Aufbereitungsversuches mit Herstellung von Mischprodukt.

Produkte	Mengen %	Asche %
Luftgesetzte Kohle	71,6	14,18
Mischprodukt	14,7	60,34
Berge	13,2	82,37
Separatorstaub	0,5	38,55
	100,00	30,11

Zusammensetzung der Aufbereitungsprodukte nach dem spezifischen Gewicht.

	Luftgesetzte Kohle		Mischprodukt		Berge	
Spez. Gew.	Mengen %	Asche %	Mengen %	Asche %	Mengen %	Asche %
< 1,25	81,5	6,70	17,2	6,78	0,2	14,28
1,25—1,39	12,6	37,38	13,3	43,86	0,8	49,82
1,39—1,97	4,9	70,42	43,1	71,28	23,4	78,88
> 1,97	1,0	81,14	26,4	88,34	75,6	84,44
	100,0	14,45	100,0	59,70	100,0	81,61

b) Ergebnis des Aufbereitungsversuches mit Repetieren des Mischproduktes.

Produkte	Mengen %	Asche %
Luftgesetzte Kohle	75,6	15,72
Berge	23,9	76,40
Separatorstaub	0,5	87,26
	100,0	30,34

Zusammensetzung der Aufbereitungsprodukte nach dem spezifischen Gewicht.

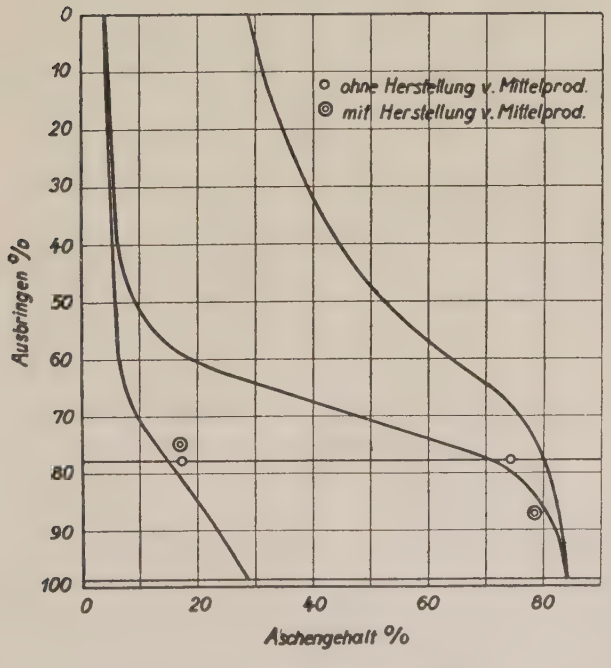
	Luftgesetzte Kohle		Berge	
Spez. Gewicht	Mengen %	Asche %	Mengen %	Asche %
< 1,25	78,9	6,36	1,4	13,22
1,25—1,59	13,4	38,42	6,8	50,10
1,59—1,97	5,9	71,22	35,0	74,80
> 1,97	1,8	81,92	56,8	88,90
	100,0	15,85	100,0	77,31

3. Korngröße 0,5—3 mm.

Zusammensetzung der Rohkohle nach dem spezifischen Gewicht (Waschkurve III)
(unter Absetzung des Staubanfalles beim Wert von 1,4%).

Spez. Gewicht	Mengen %	Asche %
< 1,25	61,38	6,48
1,25—1,59	10,44	35,66
1,59—1,97	10,65	69,57
> 1,97	16,13	82,00
	98,60	28,75
Staub	1,40	39,16
	100,00	28,88

Waschkurve III
S.u.S.



Braunkohle aus dem Falkenauer Revier
Korngröße ½ – 3 mm.

a) Ergebnis des Aufbereitungsversuches mit Herstellung von Mischprodukt.

Produkte	Mengen %	Asche %
Luftgesetzte Kohle	74,80	16,90
Mischprodukt	12,20	54,78
Berge	11,60	78,06
Separatorstaub	1,40	39,16
	100,00	28,90

Zusammensetzung der Aufbereitungsprodukte nach dem spezifischen Gewicht.

	Luftgesetzte Kohle		Mischprodukt		Berge	
Spez. Gewicht	Mengen %	Asche %	Mengen %	Asche %	Mengen %	Asche %
< 1,25	77,5	6,43	25,6	6,63	2,3	9,70
1,25—1,59	11,6	35,16	11,7	38,17	2,9	40,12
1,59—1,97	7,3	68,23	25,9	70,21	17,6	72,12
> 1,97	3,6	79,12	36,8	81,26	77,2	83,16
	100,0	16,90	100,0	54,22	100,0	78,45

b) Ergebnis des Aufbereitungsversuches mit Repetieren des Mischproduktes.

Produkte	Mengen %	Asche %
Luftgesetzte Kohle	77,8	17,18
Berge	20,6	74,20
Separatorstaub	1,6	38,24
	100,0	29,27

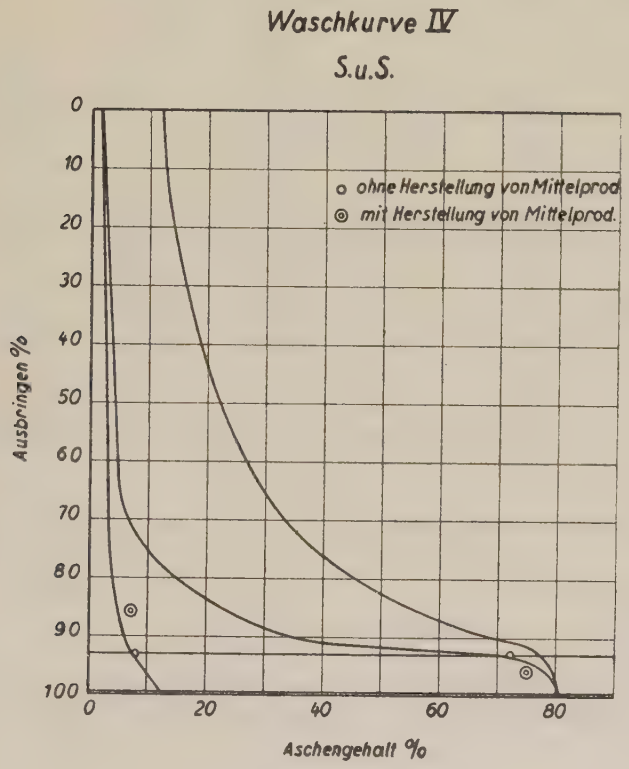
Zusammensetzung der Aufbereitungsprodukte nach dem spezifischen Gewicht.

	Luftgesetzte Kohle		Berge	
Spez. Gewicht	Mengen %	Asche %	Mengen %	Asche %
< 1,25	77,1	6,37	3,8	8,16
1,25—1,59	11,9	34,60	3,2	36,40
1,59—1,97	7,0	71,13	28,8	71,39
> 1,97	4,0	78,12	64,2	82,74
	100,0	17,14	100,0	75,09

D) Aufbereitungsversuche mit einer Oberschlesischen Flammkohle.

Korngröße 10—20 mm.

Der Versuch erfolgte mit 100 to Rohaufgabe; der Zwischenbunker über der Setzmaschine der Versuchsanlage wurde



Oberschlesische Flammkohle
Korngröße 10-20 mm.

während des Versuches ununterbrochen nachgefüllt, indem sowohl mit dem Hauptaufgabeband als auch mit einem für diesen Versuch besonders aufgestellten zweiten Förderer die Rohkohle von je 2 sich regelmäßig ablösenden Arbeiterkolonnen aufgegeben wurde. Von den bei diesen Versuchen genommenen Proben wurde auf Veranlassung der Grubenverwaltung,

von der die Kohle stammte, in einem fremden Laboratorium auch der Heizwert bestimmt (Ho und Hu = oberer und unterer Heizwert in WE).

Zusammenstellung der Rohkohle nach dem spezifischen Gewicht (Waschkurve IV).

Spez. Gewicht	Mengen %	Asche %
< 1,38	72,40	3,38
1,38—1,50	12,77	13,62
1,50—1,60	2,78	25,64
1,60—1,80	3,56	33,34
1,80—2,00	0,48	48,26
> 2,00	7,61	76,82
	99,60	12,20
Staub	0,40	17,61
	100,0	12,24

a) Ergebnis des Aufbereitungsversuches mit Herstellung von Mischprodukt.

Produkte	Mengen %	Asche %	WE	
			H_o	H_u
Luftgesetzte Kohle	85,8	7,21	6928	6659
Mischprodukt	10,0	31,45	4943	4737
Berge	3,8	74,97	—	—
Separatorstaub	0,4	17,61	5930	5701
	100,0	12,24	6520	6263

Zusammensetzung der Aufbereitungsprodukte nach dem spezifischen Gewicht.

	Luftgesetzte Kohle		Mischprodukt		Berge	
Spez. Gewicht	Mengen %	Asche %	Mengen %	Asche %	Mengen %	Asche %
< 1,5	93,0	4,84	52,0	5,84	4,7	6,34
1,5—2,0	5,8	31,78	16,4	30,58	5,3	38,60
> 2,0	1,2	72,62	31,6	73,62	90,0	80,94
	100,0	7,20	100,0	31,30	100,0	75,30

b) Ergebnis des Aufbereitungsversuches mit Repetieren des Mischproduktes.

Produkte	Mengen %	Asche %	WE	
			H_o	H_u
Luftgesetzte Kohle	92,9	8,01	6905	6638
Berge	6,7	72,20	—	—
Separatorstaub	0,4	17,40	5928	5719
	100,0	12,35	6520	6263

Zusammensetzung der Aufbereitungsprodukte nach dem spezifischen Gewicht.

	Luftgesetzte Kohle		Berge	
Spez. Gewicht	Mengen %	Asche %	Mengen %	Asche %
< 1,5	91,4	4,93	4,0	7,40
1,5—2,0	6,8	32,20	7,2	37,45
> 2,0	1,8	72,95	88,8	78,12
	100,0	7,98	100,0	72,25

E) **Aufbereitungsversuche mit einer Westoberschlesischen Fettkohle (Gepflöckte Kohle).**

Korngröße 10—40 mm.

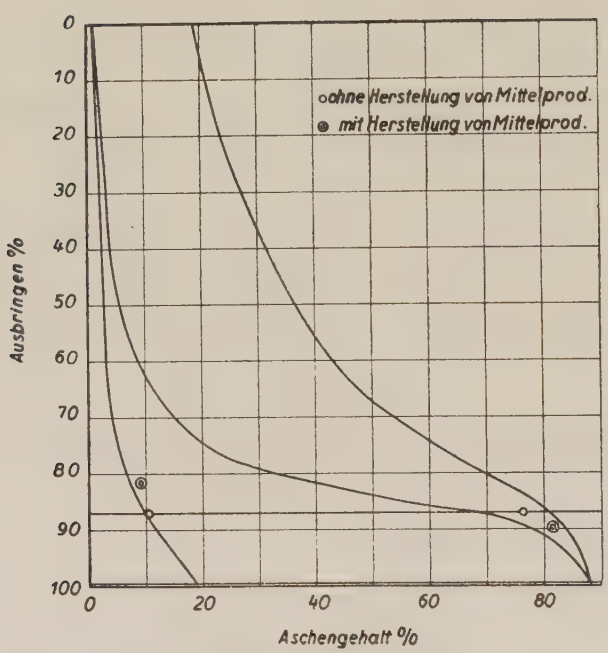
Zusammensetzung der Rohkohle nach dem spezifischen Gewicht (Waschkurve V).

Spez. Gewicht	Mengen %	Asche %
< 1,38	63,07	3,45
1,38—1,50	12,30	14,23
1,50—1,60	3,10	24,16
1,60—1,86	4,69	36,32
1,86—2,10	5,96	63,48
> 2,10	10,38	83,40
	99,50	18,90
Staub	0,50	16,04
	100,0	18,89

a) Ergebnis des Aufbereitungsversuches mit Herstellung von Mischprodukt.

Produkte	Mengen %	Asche %
Luftgesetzte Kohle	81,5	9,18
Mischprodukt	8,0	46,47
Berge	10,0	81,62
Separatorstaub	0,5	15,76
	100,0	19,44

Waschkurve V
S.u.S.



Oberschlesische Fettkohle
Korngröße 10-40 mm.

Zusammensetzung der Aufbereitungsprodukte nach dem spezifischen Gewicht.

	Luftgesetzte Kohle		Mischprodukt		Berge	
Spez. Gewicht	Mengen %	Asche %	Mengen %	Asche %	Mengen %	Asche %
< 1,50	89,2	5,23	32,6	5,73	0,6	9,20
1,50—1,80	8,2	31,42	18,5	29,16	1,0	43,17
> 1,80	2,6	70,13	48,9	80,28	98,4	82,26
	100,0	9,07	100,0	46,45	100,0	81,43

b) Ergebnis des Aufbereitungsversuches mit Repetieren des Mischproduktes.

Produkte	Mengen %	Asche %
Luftgesetzte Kohle	87,0	10,47
Berge	12,5	76,40
Separatorstaub	0,5	16,32
	100,0	18,71

Zusammensetzung der Aufbereitungsprodukte nach dem spezifischen Gewicht.

	Luftgesetzte Kohle		Berge	
Spez. Gewicht	Mengen %	Asche %	Mengen %	Asche %
< 1,5	86,3	5,20	2,3	5,16
1,5—1,86	8,3	30,60	4,6	42,92
> 1,86	5,4	66,24	93,1	80,02
	100,0	10,62	100,0	76,61

F) **Aufbereitungsversuche mit einer Westoberschlesischen Kokskohle (10 to).**

Korngröße 3—10 mm.

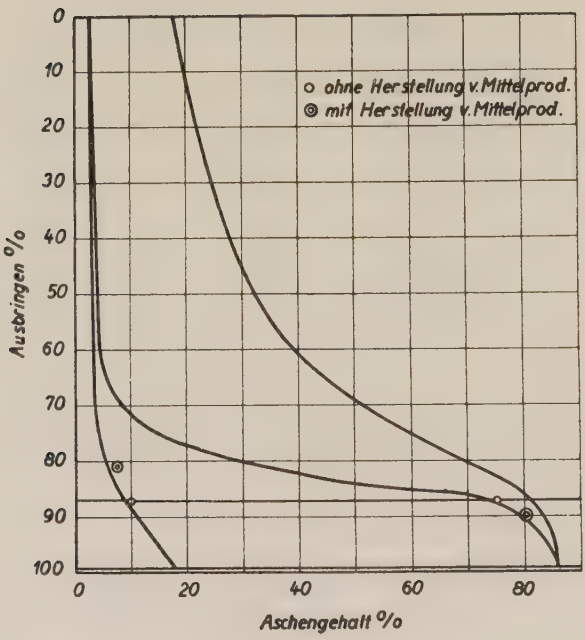
Zusammensetzung der Rohkohle nach dem spezifischen Gewicht (Waschkurve VI).

Spez. Gewicht	Mengen %	Asche %
< 1,40	72,18	3,85
1,40—1,50	5,24	14,40
1,50—1,60	2,54	26,12
1,60—1,80	3,42	38,15
1,80—2,00	1,92	49,52
> 2,00	13,90	79,48
	99,20	17,67
Staub	0,80	23,10
	100,00	17,69

a) Ergebnis des Aufbereitungsversuches mit Herstellung von Mischprodukt.

Produkte	Mengen %	Asche %
Luftgesetzte Kohle	81,0	7,41
Mischprodukt	9,0	44,12
Berge	9,2	80,23
Separatorstaub	0,8	22,60
	100,0	17,53

Waschkurve VI
S.u.S.



Oberschlesische Kokskohle.
Korngröße 3–10 mm.

Zusammensetzung der Aufbereitungsprodukte nach dem spezifischen Gewicht.

	Luftgesetzte Kohle		Mischprodukt		Berge	
Spez. Gewicht	Mengen %	Asche %	Mengen %	Asche %	Mengen %	Asche %
< 1,50	91,8	4,32	31,6	5,78	1,9	9,17
1,50—2,00	6,7	35,70	24,0	38,55	3,5	49,13
> 2,00	1,5	70,38	44,4	75,45	94,6	82,73
	100,0	7,38	100,0	44,48	100,0	80,15

b) Ergebnis des Aufbereitungsversuches mit Repetieren des Mischproduktes.

Produkte	Mengen %	Asche %
Luftgesetzte Kohle	87,2	9,90
Berge	12,0	75,08
Separatorstaub	0,8	23,10
	100,0	17,83

Zusammensetzung der Aufbereitungsprodukte nach dem spezifischen Gewicht.

	Luftgesetzte Kohle		Berge	
Spez. Gewicht	Mengen %	Asche %	Mengen %	Asche %
< 1,5	88,3	4,55	3,8	8,70
1,50—2,00	7,8	36,55	8,7	40,52
> 2,00	3,9	77,98	87,5	81,52
	100,0	9,90	100,0	75,28

G) Aufbereitungsversuche mit einer Ruhrkohle (20 to).

Korngröße 0,5—3 mm (Waschkurve VII).

Spez. Gewicht	Mengen %	Asche %
< 1,40	68,27	2,06
1,40—1,50	2,80	17,12
1,50—1,60	1,98	31,56
1,60—1,86	3,68	44,40
1,86—2,00	3,10	59,96
> 2,00	18,57	23,47
	98,40	21,84
Staub	1,60	15,30
	100,00	21,73

a) Ergebnis des Aufbereitungsversuches mit Herstellung von Mischprodukt.

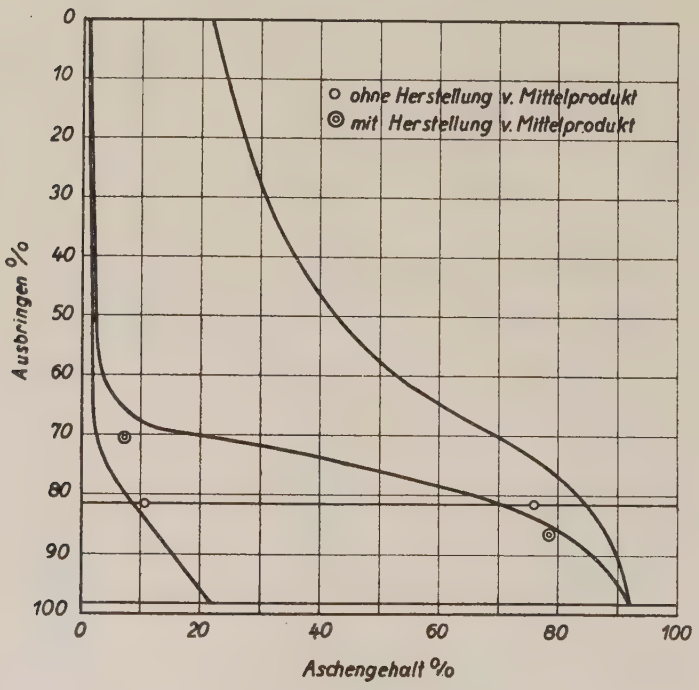
Produkte	Mengen %	Asche %
Luftgesetzte Kohle	70,5	7,37
Mischprodukt	16,0	42,67
Berge	11,9	78,72
Separatorstaub	1,6	15,30
	100,0	21,70

Zusammensetzung der Aufbereitungsprodukte nach dem spezifischen Gewicht.

	Luftgesetzte Kohle		Mischprodukte		Berge	
Spez. Gewicht	Mengen %	Asche %	Mengen %	Asche %	Mengen %	Asche %
< 1,50	90,8	2,48	41,4	3,52	3,6	5,92
1,50—2,00	6,2	43,77	19,9	47,62	10,2	53,60
> 2,00	3,0	80,70	38,7	82,36	86,2	84,64
	100,0	7,40	100,0	42,97	100,0	78,56

Waschkurve VII

S.u.S.



Ruhr – Fettkohle.

Korngröße ½ – 3 mm.

b) Ergebnis des Aufbereitungsversuches mit Repetieren des Mischproduktes.

Produkte	Mengen %	Asche %
Luftgesetzte Kohle	81,5	10,64
Berge	16,9	75,90
Separatorstaub	1,6	14,97
	100,0	21,72

Fig. 13. Versuchs-Setzmaschine (Tandem), mit der die Versuche X A—G durchgeführt wurden.
(Hubweise arbeitende Austragwalzen.)

Zusammensetzung der Aufbereitungsprodukte nach dem spezifischen Gewicht.

	Luftgesetzte Kohle		Berge	
Spez. Gewicht	Mengen %	Asche %	Mengen %	Asche %
< 1,50	86,1	2,60	5,9	5,88
1,50—2,00	8,1	44,50	12,6	52,94
> 2,00	5,8	79,97	81,5	84,54
	100,0	10,49	100,0	75,84

Bemerkungen zu den Aufbereitungsversuchen B—G.

Die Austragwalzen der Tandem-Setzmaschine des Versuchsstands werden von der Welle der Pulsvorrichtung aus mit Stange über ein Sperrklinkenrad angetrieben, das auf der Welle der Austragwalze sitzt. Bei einer Umdrehung der Welle der Pulsvorrichtung entstehen zwei Pulse und nur ein Vorschub des Klinkenrades. Bei hohem Bergegehalt in der Rohkohle muß nun die Klinke am Sperrad der Austragwalze auf die Mitnahme einer recht großen Anzahl von Zähnen des Sperrrades eingestellt werden. Es kann dann vorkommen, daß bei der plötzlichen Entnahme von Bergen durch einen großen Vorschub der Klinke in dem Teil des über der Walze liegenden Setzbettes eine Senkung eintritt, wodurch Kohle in die Berge gelangen kann, die über der Austragwalze angestaut sind. Analog ist der Vorgang an der Austragwalze für Mischprodukt. Fig. 13.

Ist dagegen nur eine Bergemenge von wenigen Prozenten in der Rohkohle enthalten, so muß auf einen ganz kleinen Vorschub der Klinke eingestellt werden. Trotzdem die Verzahnung des Sperrades so eng wie möglich gehalten wurde, kann doch der Fall eintreten, daß dieser Vorschub noch zu groß ist, und wie im oben geschilderten Fall geringe Mengen Kohle in den Walzenaustrag gelangen. Ist jedoch die Bergemenge größer als dem Vorschub eines Zahnes entspricht, so muß die Klinke auf Mitnahme von zwei Zähnen eingestellt

werden, wodurch der Vorschub also sofort um 100% vergrößert wird.

Auch in diesem Fall kann es also eintreten, daß Kohle mit den Bergen ausgetragen wird. Um diesen Uebelstand zu beseitigen, wird die Maschine mit einer sich kontinuierlich drehenden Austragwalze ausgerüstet, die über ein Ziehkeilgetriebe mit Kettentrieb von der Hauptwelle der Pulsvorrichtung aus in Umdrehungen versetzt wird, wie unter II, 3, beschrieben.

Es ist zu erwarten, daß nach Einbau eines solchen Getriebes in die Versuchssetzmaschine die Ergebnisse der Versuche B—G, hauptsächlich in bezug auf Berge und Mischprodukt noch besser ausfallen werden.

Stammbaum.

Kombination einer nassen und pneumatischen Aufbereitung.

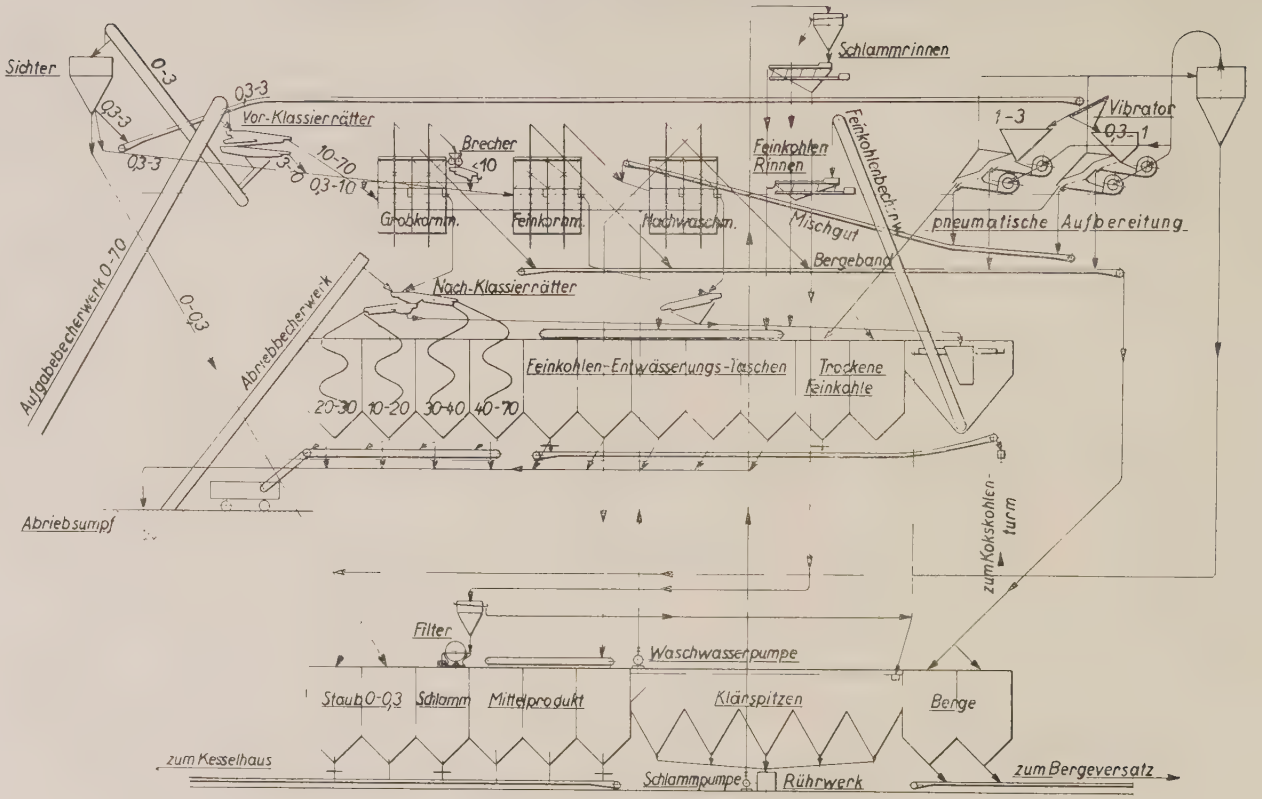


Fig. 14

XI. Anwendungsgebiete der pneumatischen Aufbereitung.

Naheliegend ist die Anwendung der pneumatischen Aufbereitung in den Fällen, wo Wassermangel oder regelmäßige lange Frostperioden die naßmechanische Aufbereitung unwirtschaftlich machen oder ausschließen.

In vielen Fällen wird sich das Handklauben der Sorten von Nuß I abwärts durch Aufstellung pneumatischer Setzmaschinen ausmerzen lassen. Durch Wegfall der Klaubelöhne und der Unterhaltungskosten der Bänder machen sich solche Maschinen in weniger als Jahresfrist in der Regel vollständig bezahlt.

In Revieren, wie z. B. in Oberschlesien, wo die naßmechanische Aufbereitung bis jetzt kaum Anwendung gefunden hat, kann die Kohle durch pneumatische Aufbereitung mit wesentlich geringerer Investierung von Kapital veredelt werden, als bei Errichtung einer Naßwäsche benötigt wird.

Sehr häufige Anwendung wird sie finden in Kombination mit vorhandenen Naßwäschen. Um den Wassergehalt der aus der Naßwäsche stammenden Feinkohle zu senken, kann dieselbe mit pneumatisch aufbereiteter Feinkohle gemischt werden. Häufig ist auch die Leistung der Schwemmsümpfe nicht mehr ausreichend, um die gesteigerte Förderung aufzunehmen, aus örtlichen Gründen ist eine Erweiterung der Schwemmsümpfe nicht möglich. Auch in solchen Fällen zeigt die pneumatische Aufbereitung einen Ausweg aus der Zwangslage. In Figur 14 ist ein Stammbaum einer kombinierten nassen und pneumatischen Aufbereitungsanlage dargestellt.

Ein Gebiet, in dem die pneumatische Aufbereitung große Erfolge erzielen kann, ist die Aufbereitung von Braunkohle (Versuch IX C). Dort sind große wirtschaftliche Werte zu erzielen, wenn die Braunkohle mit einem der neueren Trocknungsverfahren (Fleißner u. a.) und durch die pneumatische Aufbereitung veredelt wird.

XII. Zusammenfassung.

Für das System fest-flüssig und dasjenige festgasförmig[47]) wird aus der Theorie unter Heranziehung von experimentellen Ergebnissen die neue Erkenntnis gefunden, daß die Siebskala für Gleichfälligkeit sich mit der Korngröße ändert. Für das System fest-flüssig ist die Differenzierung der Siebskala stärker als für das System fest-gasförmig. — Die wichtigsten Systeme pneumatischer Aufbereitungsapparate werden beschrieben und diejenigen mit pulsierendem Luftstrom eingehender behandelt. — Eine Reihe von Aufbereitungsversuchen auf dem Versuchsstand der Carlshütte, A.-G., wird ausgewertet und gezeigt, daß die pneumatische Aufbereitung mit pulsierendem Luftstrom auf feststehender Rutsche, System Carlshütte-Kirkup, die besten Ergebnisse anderer Systeme erreicht. Die Kraftbedarfsbilanzen zeigen eine starke Ueberlegenheit der Systeme mit pulsierendem gegenüber denjenigen mit kontinuierlichem Luftstrom.

XIII. Literaturnachweis

für die Bewegungsgesetze von Körpern in Flüssigkeiten.

1. Lunnon, The Laws of Motion of Particles in a Fluid, Trans. Inst. Min. Eng., Bd. 77, März 1929.
   Lunnon, Procs. Roy. Soc. 1928, Bd. 118, 8. S. 680.
   Lunnon, Procs. Roy. Soc. 1926, Bd. 110, S. 302.
2. Allen, Phil. Mag. 1900, Bd. 1, S. 519.
3. Krey, H., Dr.-Ing., Widerstand von Sandkörnern und Kugeln bei der Bewegung im Wasser, Berlin 1921, E. S. Mittler u Sohn.
4. Richards, Ore dressing, 1908, Bd. 1, S. 466.
5. de Caux. Ann. des Mines de Belg., 1921, Bd. 22, S. 1103.
6. Cooper and Wilson, Colliery Guardian, 1923, Bd. 26, S. 147.
7. Martin, Trans. Inst. Chem. Eng., 1926, Bd. 4, S. 165.

Weitere Literatur:

Wieselsberger, Phys. Zeits, 1922, Bd. 23, S. 322.
Liebster. Nat. Advis. Ctes. on Aeronautics, Bericht Nr. 185, 1924.
Gosskov, Fuel, 1926, Bd. 5, S. 340.
Wagoner, Journ. Eng. Soc. Philadelphia, 1896, Bd. 17, S. 73.
Munroe Trans. Amer. Inst. Min. Eng., 1888, Bd. 17, S. 637.
Louis, Preparation of Coal for the Market, 1928, Kapitel 2, S. 16.
Goldsbrough, The mechanical principles of separation of materials of different densities by the use of air.
Konferenzbericht Nr. C 6, Weltkraftkonferenz. London 1928.

Literaturnachweis für pneumatische Aufbereitungen.

8. H. Winkhaus, Die Trockenaufbereitung von Steinkohle, Glückauf, Bd. 64, 1928. S. 1 und 41.
9. A. Götte, Dr.-Ing. Klausthal. Die jüngste Entwicklung der Steinkohlenaufbereitung „Glückauf", Jg. 1929,

Nr. 46 und 47 (Mitteilung aus dem Institut für Bergbau und Aufbereitung an der Bergakademie Clausthal).

10. Geo. Raw & F. F. Ridley, The Principles of Pneumatic Separation, Colly. Guardian, Bd. 137, Okt. 1928.
11. A. N. Harrison Slade, The Dry-Cleaning of Coal, Trans. Inst. Min. Eng., Bd. 75, S. 136.
12. Henry Louis, The Preparation of Coal for the Market, Methuen & Co., Ltd., London 1928.
13. W. R. Chapman and R. A. Mott. The Cleaning of Coal — XIII, Dry Cleaning Processes (Fuel in Science and Practice, 1927, 6., S. 148—159 und S. 197—202).
14. Blümel, Prof., Aachen, Trockenaufbereitung von Steinkohle, Techn. Blätter, Wochenschrift zur Deutschen Bergwerkszeitung Nr. 27, 1929.
15. Berichtfolgen des Kohlenstaubausschusses des Reichskohlenrates.
16. Lamb. Lehrbuch der Dynamik, Deutsch von Joh. Friedel, Verlag von B. G. Teubner, 1907.
17. W. Groß, Prof., Dr.-Ing., Arbeitsverfahren der Aufbereitung vom physikalisch-chemischen Standpunkt, „Glückauf", Nr. 27, 65. Jahrg., 6. Juli 1929.

Weitere Literatur:

R. W. Arms, Dry Cleaning of Coal, Trans. Amer. Inst. Min. Met Eng., Bd. 70, 1924, S. 758.

W. J. O' Toole, Recent Developments in Pneumatic Coal Separation. West Virginia Coal Mining Institute, 1925.

H. D. Smith, The Mc Comas Dry Concentration Plant.

W. P. Tams, jr., Pneumatic Coal Cleaning at Gulf Smokeless Coal Co.

A. Grounds. Dry-Cleaning of Small Coal. Proc. So. Wales Inst. Eng., Bd. 42, S. 529.

F. A. Young, Dry-Cleaning at Brilliant-Mine.

G. A. Vissac, Dry-Cleaning Plant of the Greenhill Mine, West Canadian Collieries, Limited, The Mining Congreß Journal, Jan. 1926.

K. C. Appleyard, The Cleaning of Dry Coal by Means of Pneumatic Separators, with Special Reference to the Sutton-Steele Process, Trans. Inst. Min. Eng., Juli 1927.

C. W. H. Holmes, Notes on the Cleaning of Coal, with Special Reference to Pneumatic Separation, Journ. Soc. Chem. Ind., 8. Juli 1927, Bd. 46, S. 270.

J. S. Carson, The Dry-Cleaning of Coal, Trans. Inst. Min. Eng., Bd. 73, 1927, S. 209.

Fr. Prockat, Trockenaufbereitung von Steinkohle, Kohle und Erz, 26. Jahrg., Okt. 1929.

W. H. & S. R. Berrisford, The Dry Separation of Small Coal, Trans. Inst. Min. Eng., Bd. 72, S. 97.

Lebenslauf.

Am 14. Dezember 1884 geboren als Sohn des 1929 verstorbenen Katastergeometers und Baumeisters Gottlieb Mößner und dessen Frau Pauline zu Stuttgart. Abiturium 1903 am Kgl. Realgymnaſium Stuttgart. Nach Tätigkeit als Praktikant in der Maschinenfabrik von J. H. Loch, London, immatrikuliert als ordentlicher Studierender der Fakultät Maschinenbau an der Kgl. Technischen Hochschule Stuttgart. Diplomprüfung für Verwaltungsingenieure im Jahr 1909 abgelegt an derselben Hochschule. Berufliche Tätigkeit bei Klein, Schanzlin und Becker, AG., Frankenthal, Rheinpfalz, dann bei der Maschinenfabrik Andritz, AG., Andritz bei Graz, Steiermark und zur Zeit in der Carlshütte, AG., Waldenburg-Altwasser, Schles. 1914—1918 als Offizier im Feld (IR. 125, 7. Württ.).